ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN STAHLBAUVERBAND

Stahlbau Rundschau

Heft 19 – 19

Inhalt

Das Verwaltungsgebäude des Werkes Zeltweg der Alpine Montan (Dipl.-Ing. G. Deutschmann) . . . . . Seite 1
Moderne Stahlleichtkonstruktionen im Freileitungsbau (Dipl.-Ing. W. Probst) . . . . . Seite 7
Verzinktes Breit-Band-Blech (Prof. Dr. techn. H. Bablik †) . . . . . Seite 19
Turbinenspiralgehäuse für das Kraftwerk Jurumirim (E. Walzel) . . . . . Seite 23
Transportrationalisierung in der metallverarbeitenden Industrie (Dipl.-Ing. S. Monsberger) . . . . . Seite 29
Extracts . . . . . Seite 38
Mitteilungen des Österreichischen Stahlbauverbandes . . . . . Seite 39
Inhaltsübersicht ACIER – STAHL – STEEL. . . . . Seite 42

Contents

Administration Building for the Alpine Montangesellschaft (Dipl.-Ing. G. Deutschmann) . . . . . Page 1
Modern Light Weight Steel Constructions for Branche Lines (Dipl.-Ing. W. Probst) . . . . . Page 7
Galvanized steel strips (Prof. Dr. techn. H. Bablik †) . . . . . Page 19
Turbine spiral casing for the Jurumirim power station (E. Walzel) . . . . . Page 23
Rationalism in transportation for the metal fabricating and processing industry (Dipl.-Ing. S. Monsberger) Page 29
Extracts . . . . . Page 38

Das fertige Verwaltungsgebäude der Alpine Montan in Zeltweg

Completed Administration building of Alpine Montan, Zeltweg

Eigentümer und Herausgeber: Österreichischer Stahlbauverband Wien; für den Inhalt verantwortlich: Dr. Hugo Dienes, beide Wien III, Lothringerstraße 16; Verleger: Dipl.-Ing. Rudolf Bohmann Industrie und Fachverlag, Wien I, Canovagasse 5; Redaktionelle Gestaltung: Ing. H. Wanke; Druck: Buchdruckerei Weiss & Co., Wien III, Ungargasse 2, Tel. 73 32 12.

P. b. b. Erscheinungsort: Wien Verlagspostamt: Wien 1.

Stahlbau Rundschau

Zeitschrift des Österreichischen Stahlbauverbandes

Heft 19 1961

Das Verwaltungsgebäude des Werkes Zeltweg der Alpine Montan

Von Dipl.-Ing. G. Deutschmann, Zeltweg

Das bei der ÖAMG in Zeltweg errichtete Bürohaus ist das erste in Österreich zur Ausführung gelangende Stahlskelett-Hochhaus, wobei auf kleinster verbauter Grundfläche die büromäßige Arbeitsabwicklung in 12 Geschoßen, sinngemäß der Arbeitsfolge, vertikal gegliedert, vorgenommen werden kann.

Die noch nutzbaren Flächen müssen im Industriebau für die Weiterentwicklung den Konstruktionshallen, den Nebenwerkstätten, den Lagerplätzen und den Transportanlagen zugeordnet werden und aus diesem notwendigen Gesetz heraus ist ein Hochhaus für die zentrale Fassung aller Bürotätigkeit begründet.

Das System dieses Baues stellt einen betonierten Kasten als Grundkörper dar, aus dessen Mitte ein bewehrter Betonkern in U-Form im Gebäudeinneren hochwächst, der seine Richtung und Schalmöglichkeit beim Bau in den 6 Innenstahlstützen bekam, die dem Betoniervorgang vormontiert und von denen 3 Stützen der Westseite in den Kern eingeschlossen wurden. Rund um den Kern stehen Stahlprofil-Pendelstützen, die allein die vertikalen Lastengruppen aus den Geschoßen zu tragen haben. Sie wurden 3-geschoßig vormontiert und mittels bearbeiteter Kopf- und Fußplatten hochfest verschraubt mit ϕ 22 (8 G). Die Außenstützen sind im Erdgeschoß aus geschweißten Blechkastenprofilen 400/400, h=4,88 mm mit Beton gefüllt und die weiteren nach oben folgenden Profile aus der neuen IPE-Walzreihe als zusammengeschweißte Kasten, ebenfalls mit Magerbeton gefüllt und dem weiteren Lauf folgend, aus reinen Walzprofilen der IPE-Reihe, stets 3-geschoßig (h = 3,2 m je Geschoß, ausgeführt worden.

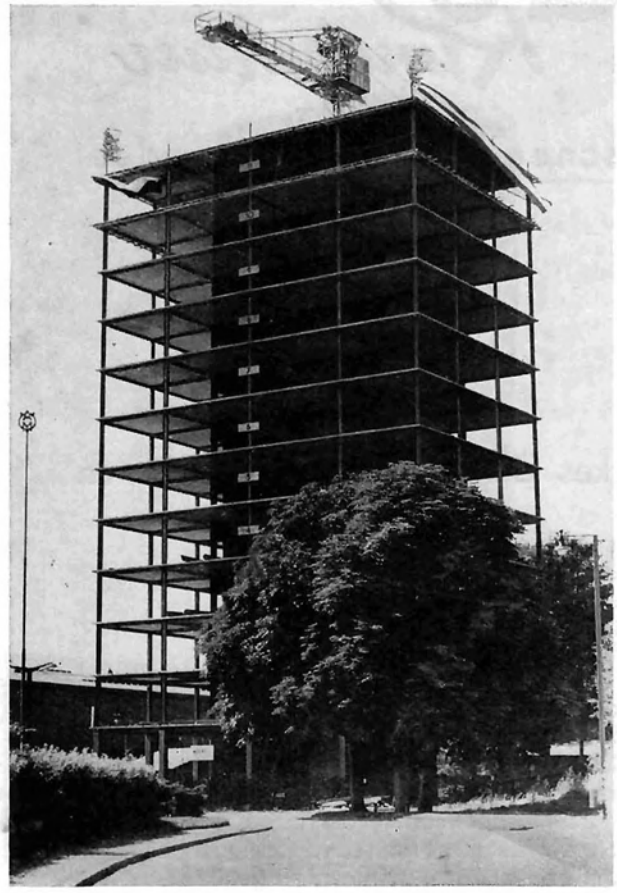
In dem Systemraster des Grundrisses liegen je Geschoß alle 5,00 bzw. 6,25 m die Deckenträger, die ebenfalls der IPE-Reihe entstammen, als Grundprofile, welche am Untergurt mit der erforderlichen Zuglamelle versehen sind und am Obergurt, der Schubkraft entsprechend aufgeteilt, Winkelstahlbügel aufgeschweißt erhielten, um einem Träger in Vollverbundwirkung mit der oben aufliegenden kreuzweise bewehrten Durchlaufplatte zu genügen.

Die Träger wurden an den Stahlstützen mittels Schrauben angeschlossen und waren bis zum Abbinden der 10 cm starken Decke aus B 225 mittels Stahlstempeln unterstützt. Da die Stützen nur vertikale Lasten aufnehmen, die Fassaden an den Geschoßdecken befestigt wurden, sind diese Decken nicht nur Torsionssteifen des Hochhauses, sondern leiten die Seitenkräfte, vorwiegend Wind, in den mit den Decken fest verbundenen Kern, der nun die statische Aufgabe des Ableitens der Seitenkräfte in die Erdscheibe übernimmt. Die Hauptabmessungen der Stützensysteme des Gebäudes im Grundriß sind $3 \times 5 = 15$ m und $5 + 2 \times 6{,}25 + 5 = 22{,}5$ m. Die Gesamthöhe mit einem Erdgeschoß von 4,88 m und 11 Normalgeschoßen zu à 3,2 ist 40,08 m, wobei die Höhe über Straßenniveau bis Oberkante Brüstung 40,6 m beträgt. Die Bauhöhe von Fundament-Unterkante bis Oberkante Brüstung beträgt 44,17 m. Die verbaute Grundfläche beträgt 356 m², das verbaute Gesamtvolumen 16 510 m³. Davon entfallen auf das Stahlskelett mit 135 t Profilstahl 8,2 kg/m³, auf den Betonstahl der Decken und des Kernes 90 t = 5,4 kg/Kubikmeter, also ein Gesamtstahlbedarf von 13,6 kg/m³ verbauter Raum. Auf die 13 Deckenflächen à 356 m² beträgt der Gesamtstahlbedarf 48,7 kg/m².

Das Gebäude wurde in statischer und konstruktiver Hinsicht so ausgelegt, daß eine Erweiterungsmöglichkeit von 2 Geschoßen möglich ist.

Bild 1: Bürohaus, fertig montiert

Fig. 1: Office building, completely erected



Die Stahlqualität des Stahlskelettes betrug in den unteren 4 Geschoßen und den unteren Kastenstützen St 44 T, während die nach oben folgenden Profile aus St 37 T erstellt wurden. Die Geschoßdeckenträger wurden aus St 44 T erstellt.

Der derzeitige Bauumfang ist für eine Besetzung von 200 Personen gedacht, wobei einer Höchstpersonenzahl von 250 Rechnung getragen wurde.

Von der gesamt verbauten Fläche 4617 m² entfallen für die Nutzfläche 89%, für die Verkehrsfläche 11%. Von der Gesamtfläche allein 68,6% für Büroräume und 20,4% entfallen auf die Flächen für Eingangshalle, Vortragssaal, sanitäre Räume, Registraturen und Lager.

Die Nutzlastannahmen betrugen auf den Decken und Normalgeschoßen 225 kg/m², auf der Erdgeschoßdecke 500 kg/m²; die Windlast wurde mit 132 kg/m² bzw. ein Winddruck für Katastrophenfall mit 180 kg/m² in Rechnung gestellt.

Die Bodenpressung des Gebäudes wurde mit 1,13 kg/cm² errechnet, die der zulässigen Pressung von 1,2 kg/cm² nach genauer Bodenuntersuchung entspricht. Im Kern des Gebäudes wurden die Treppen, die beiden Lifts, die Flure, die sanitären Anlagen, die Leitungen für Wasser, Heizung, Strom, Abwässer sowie Lüftung untergebracht. Die Möglichkeit, eine Klima-Anlage einzubauen, wurde berücksichtigt und die hiefür notwendigen Räume vorgesehen.

Für die Seitenwandelemente wurden Curtain-Wall-Platten vorgesehen, die in am Stahlskelett vorgehängten, verzinkten Stahlleichtprofilrahmen eingekittet und verankert wurden.

Die Parapette bestehen aus emaillierten Blechtafeln als Außenhaut und nach innen folgenden Wärmedämmschichten, die zum Innenabschluß eine Eternittafel aufweisen. Die Wandstärke der Tafeln beträgt 8 cm, und weisen ein erstaunlich leichtes Gewicht von 30 kg/m² auf. Die zwischen den Parapetten liegende Verglasung wurde aus verschweißtem Thermopanglas ausgeführt, wobei 2 Gläser à 4 mm mit einem dazwischen liegenden entfeuchteten Raum von 12 mm vorgesehen wurden.

Die Dachkonstruktion wurde als zweischalige Holzdecke mit Preßkies-Abdeckung ausgeführt, wobei eine zentrale Innenabwasserführung vorgesehen wurde.

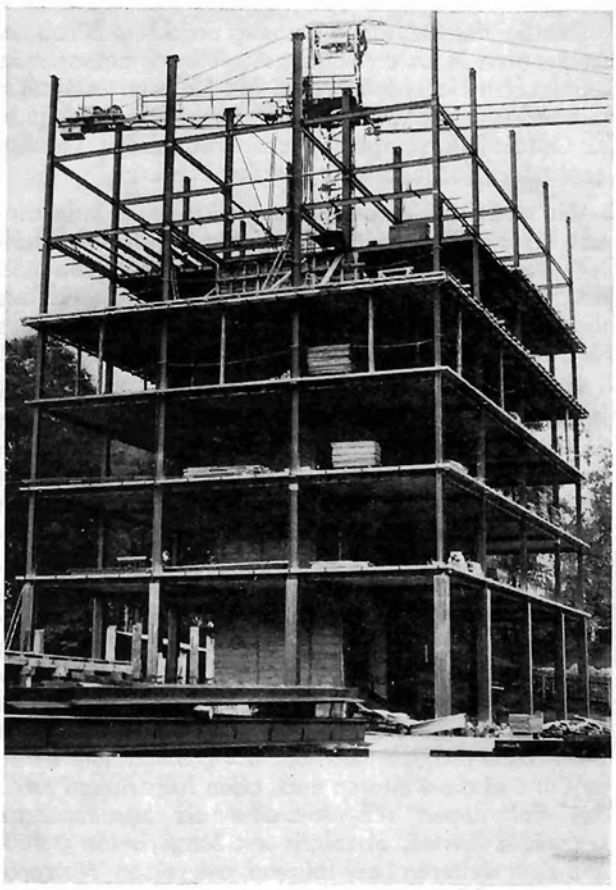


Bild 2: Deckenschalung im 4. Geschoß

Fig. 2: In erected stage, fourth floor

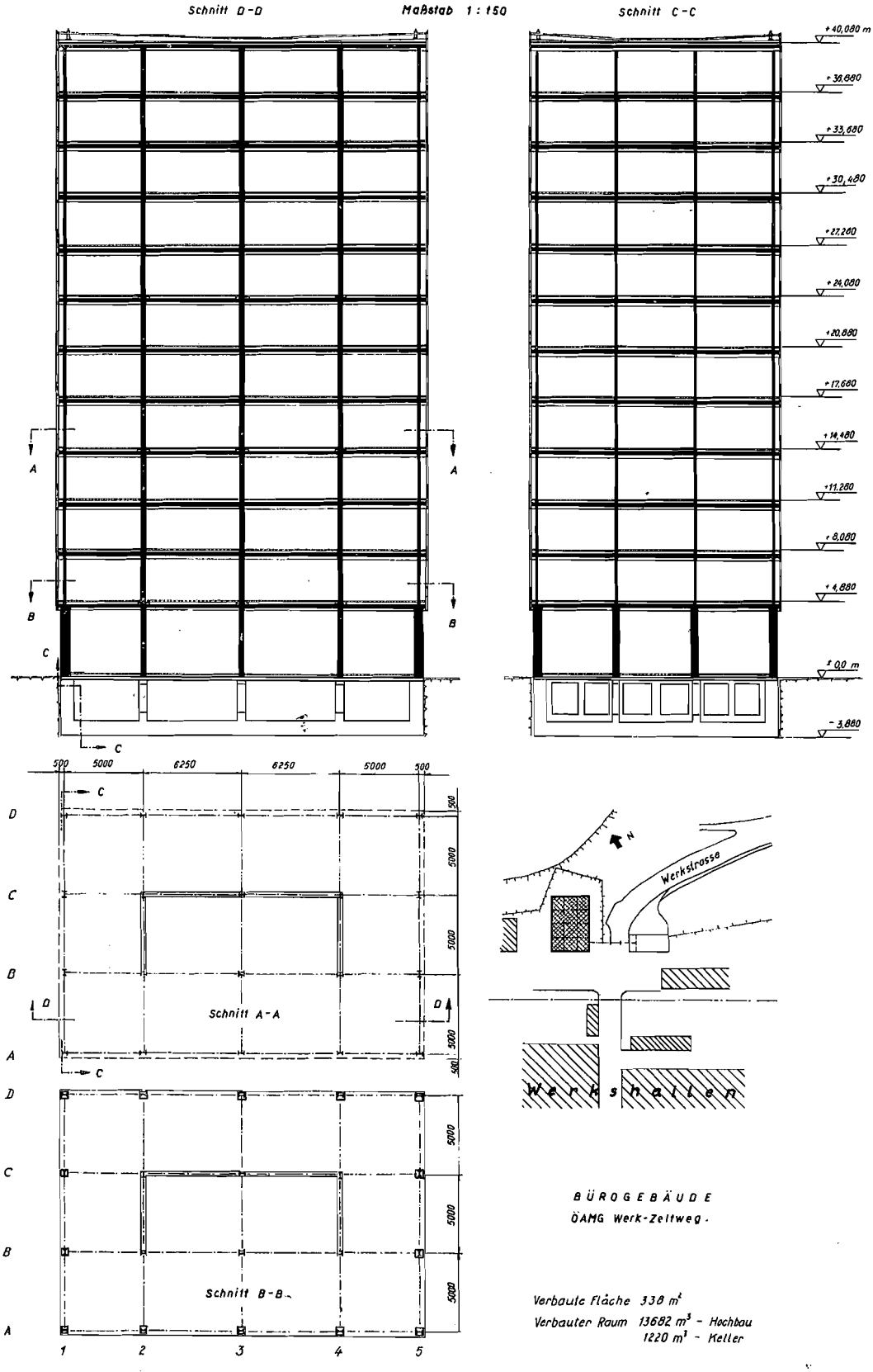


Bild 3:
Lageplan
und
Schnitte

Fig. 3:
Layout and
cross sections

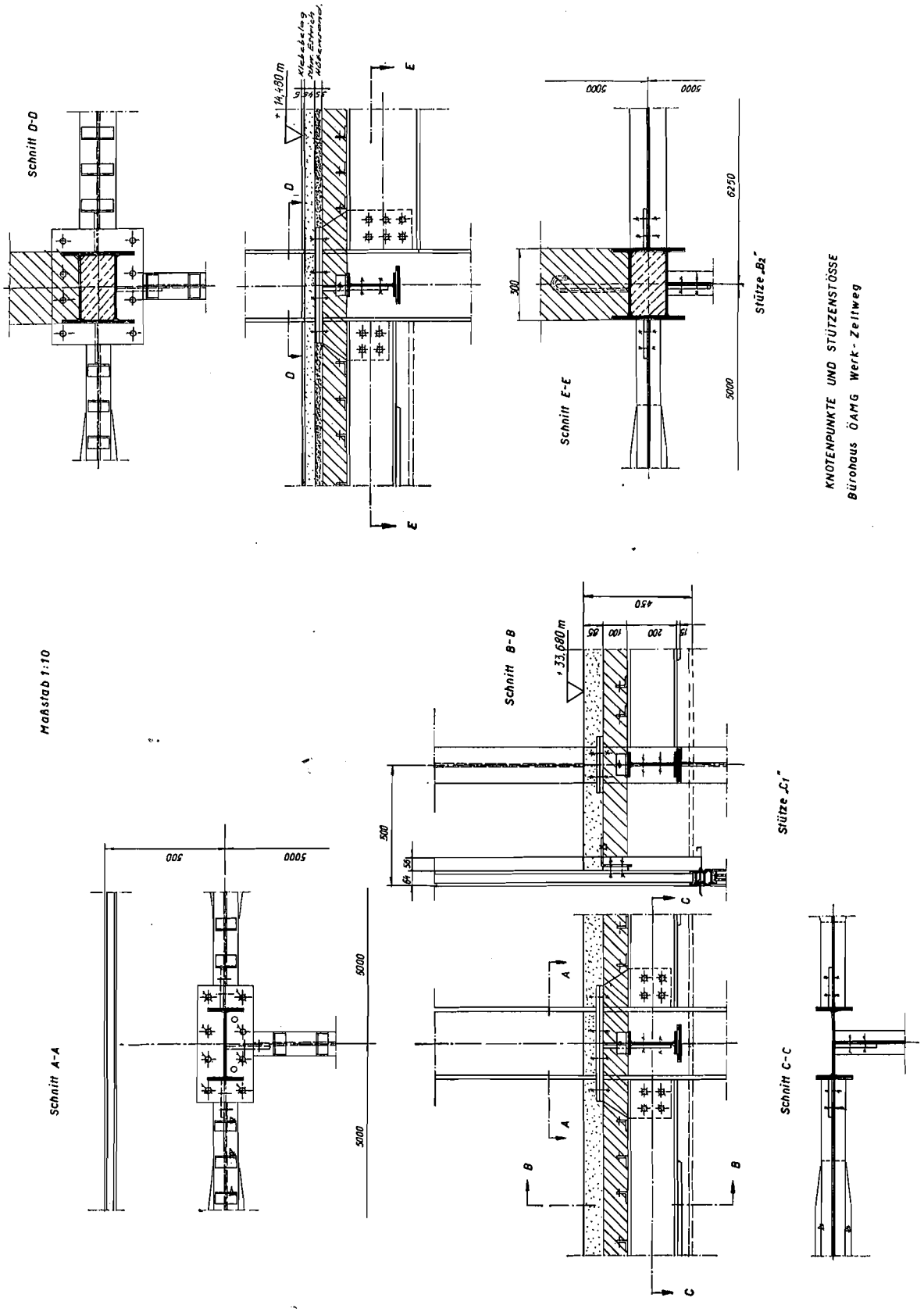


Bild 4: Knotenpunkte und Stützenstöße

Fig. 4: Points of intersection and stanchion joints

Bild 5:
Trägermontage
im 3. Geschoß

Fig. 5:
Erection of girder,
third floor

Unmittelbar hinter der Brüstung liegt die Leitschiene des Fensterputzwagens, der, in Gebäudemitte mittels eines Königszapfens gelagert, den Putzkorb an jede beliebige Stelle der Fassade bringt und dessen Bedienung sich im Korb selbst befindet.

Die Montage des Stahlbaues wurde auf Grund der vorgefertigten Stahlteile wie folgt ausgeführt:

Nach Erstellung des Grundkastens mit der Kellerdecke als oberer Abschluß wurden die Kastenaußenstützen bis zur 1. Obergeschoßdecke und die 6 Innenstützen, die den Kern umsäumen, bis zur 4. Obergeschoßdecke aufgestellt, ferner die Deckenriegel des 1. Geschoßes mittels Schrauben an den Stielen befestigt. Nach Einmessen der Höhen konnte der Kern hochgezogen und die 1. Decke betoniert werden. Ein Kletterkran, im Kerninneren befestigt, folgte während der Montagezeit dem Bau und leistete beim nun stets 3-geschoßigen Vorbau der Stahlkonstruktion, die jeweils alle 3 Wochen am Sonntag erfolgte, die Transportarbeiten für die Montage. Danach wurde der Kern nachgezogen und die jeweils unteren Decken betoniert. Durch das sinnvolle Ineinandergreifen der verschiedenen Arbeitsvorgänge konnte jede Woche ein Geschoß im Rohbau fertiggestellt werden. Der Kletterkran wurde dann auch für die Montage der Wandelemente und für andere Zwischenarbeiten benützt.

Abseits des Bürogebäudes wurde ein Heizkeller errichtet mit ca. 560 m³ verbautem Raum, dessen obere Decke für die Last des Blechlagerplatzes ausgelegt wurde und der mittels eines Heizstollens mit dem Bürogebäudekeller verbunden ist.

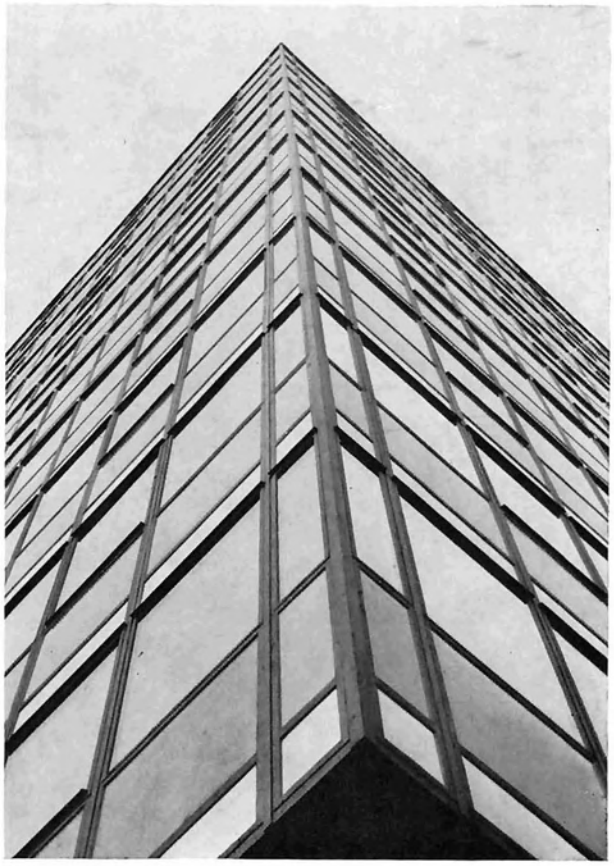
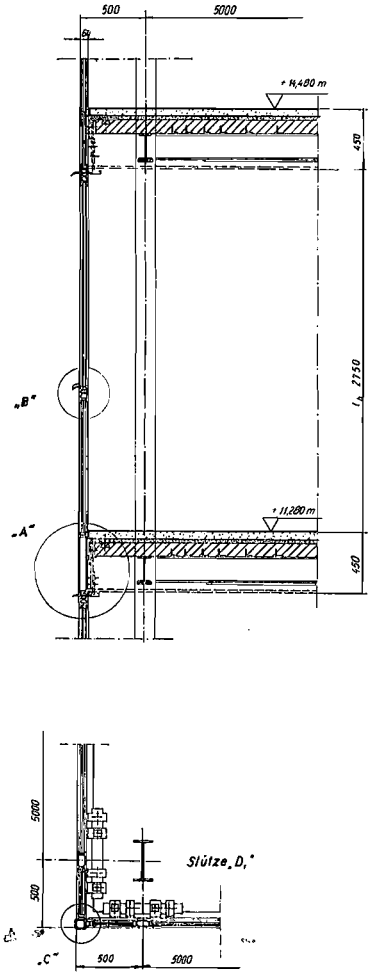
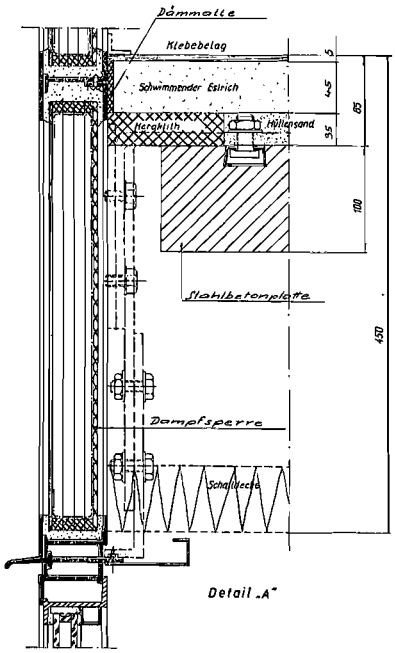
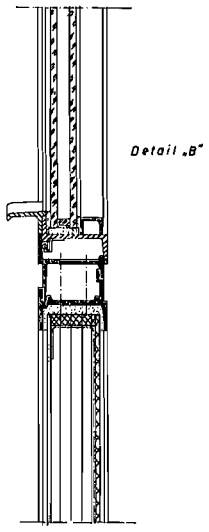


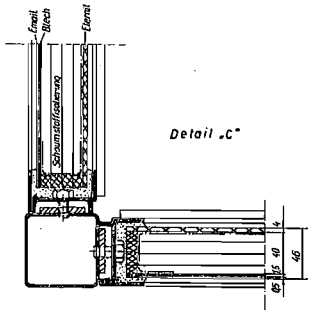
Bild 6: Stahlfassade mit Emailparapetten und eingeglasten Fenstern

Fig. 6: Steel framework with porcelain enamel wall panels and glazings









FASSADENDETAIL
Bürohaus ÖAMG Werk-
Zeltweg

Bild 7: Fassadendetails

Fig. 7: Details of the front side

Dipl.-Ing. Gerald Deutschmann,
Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft,
Werk Zeltweg, Steiermark

Moderne Stahlleichtkonstruktionen im Freileitungsbau

Von Dipl.-Ing. W. P r o b s t, Linz/Donau*)

Durch alle Sparten der Technik hallt der Ruf nach fortschrittlicheren Methoden. Er gipfelt in der Forderung nach höherer Leistung bei geringeren Kosten — also nach wirtschaftlicheren Lösungen unserer Probleme. Und die Fertigung selbst der nebensächlichsten Dinge ist diesem Bemühen um die Hebung unseres Lebensstandards unterworfen.

Diese Entwicklung hat nun nicht so stattgefunden, daß sie auf jedem Spezialsektor isoliert begonnen hätte. An irgend einer Stelle einmal ausgelöst ging dieser Stoß über die unzähligen Berührungsflächen durch die gesamte Wirtschaft. Er löste in den verschiedenen Sparten die mannigfachsten Wirkungen aus.

Eine dieser Wirkungen ist die Veränderung in der Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Werkstoffen. Während am Sektor der Gebrauchsgegenstände vielfach die Kunststoffe den Werkstoff Stahl ersetzen, erwächst in der Bautechnik dem Stahlbau durch die modernen Methoden des Stahlbetonbaues, sowohl in technologischer als auch statisch-konstruktiver Hinsicht, eine starke Konkurrenz.

Vom reinen Stahlbau über die Mischbauweisen zum reinen Betonbau gliedern sich heute die Ingenieurbauten je nach Größe und Belastung und der gegenwärtige Konkurrenzkampf tritt an den wirtschaftlichen Grenzen beider Bauweisen auf. Wenn auch im gegenwärtigen Zeitpunkt die Grenzen der Möglichkeiten erkennbar sind, muß erwartet werden, daß der Betonbau noch mit manchen Überraschungen aufwarten wird. Andererseits dürfte das lohnintensivere Produkt des Betonbaues bei zunehmendem Lebensstandard der Bevölkerung an Konkurrenzfähigkeit verlieren, obwohl bemerkenswert ist, wie stark die Industrialisierung und damit Rationalisierung hier zunimmt.

Diese Entwicklungstendenzen sind natürlich auch auf dem Sektor des Mastbaues für Freileitungen deutlich zu verspüren, wenngleich hier neben den Problemen der Wirtschaftlichkeit — in Verbindung mit den geographischen Verhältnissen — ganz besonders die ästhetische Wirkung Beachtung findet. Die Energiestraßen überziehen in einer unglaublichen Dichte die Landschaft und tausende von Tragwerken werden somit zum gestaltenden Element.

Ich habe behauptet, daß man im allgemeinen die Grenzen der Wirtschaftlichkeit zwischen Beton- und Stahlbau kennt. Sie werden selbstverständlich gebietsweise verschieden liegen, weil da und dort jeweils die Voraussetzungen andere sind. So werden sich meine Betrachtungen der Wirtschaftlichkeitsgrenzen, soweit sie den Mastbau betreffen, nicht unbedingt überall als richtig ergeben, wohl aber in einem hohen Maße zutreffen.

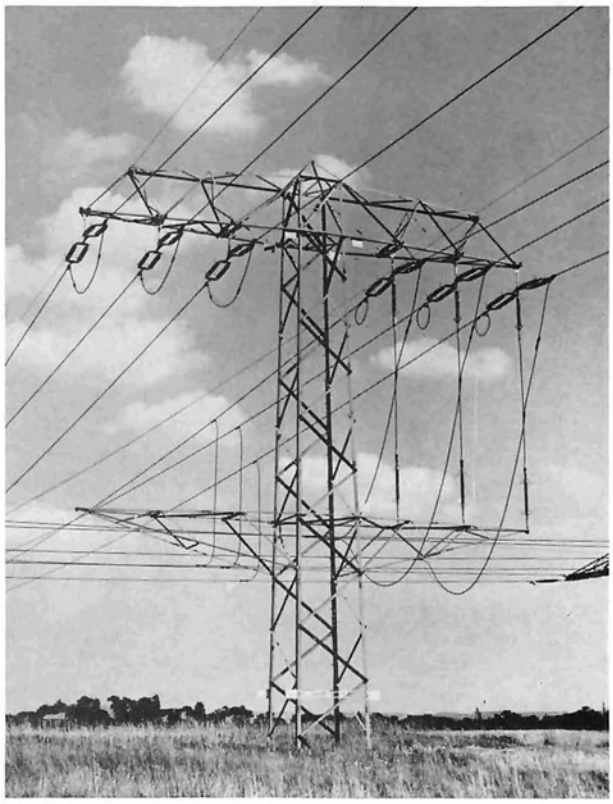


Bild 1: 110 kV-Einschleifung in Kantprofilbauweise

Fig. 1: Tower of cold roll formed sections for 110 kV-Branch Line

Es gibt bereits Gebiete in denen der Stahl bei geringer belasteten Leitungen seine Konkurrenzfähigkeit verloren hat. Die stark belasteten und besonders hohen Tragwerke hingegen sind nach wie vor die Domäne des Stahlbaues. Kaum deutlicher und extremer zu demonstrieren, als durch die Aufnahme eines Mastfußes der Elbekreuzungsmaste bei Hamburg.

Die Belastung eines Freileitungsmastes hängt von seiner Funktion, ob Trag- oder Abspannmast, von der Mastentfernung, weiters von den verwen-

*) Vortrag auf der Tagung „Konstruieren in Stahlblech", in Wien am 29. XI. 1960.

deten Leiterseilen und diese wiederum neben den statischen Erfordernissen hauptsächlich von der zu übertragenden elektrischen Energie ab. Die Übertragungsspannung wird letzten Endes zum Kriterium. Durch sie ergeben sich zufolge der zu berücksichtigenden Sicherheitsabstände der Leiterseile vom Tragwerk bei ausgeschwungenen Isolatoren durch Windbelastung die Hauptabmessungen eines Mastes und die wirkenden Kräfte werden durch das erforderliche Seil und die Zusatzlasten festgelegt.

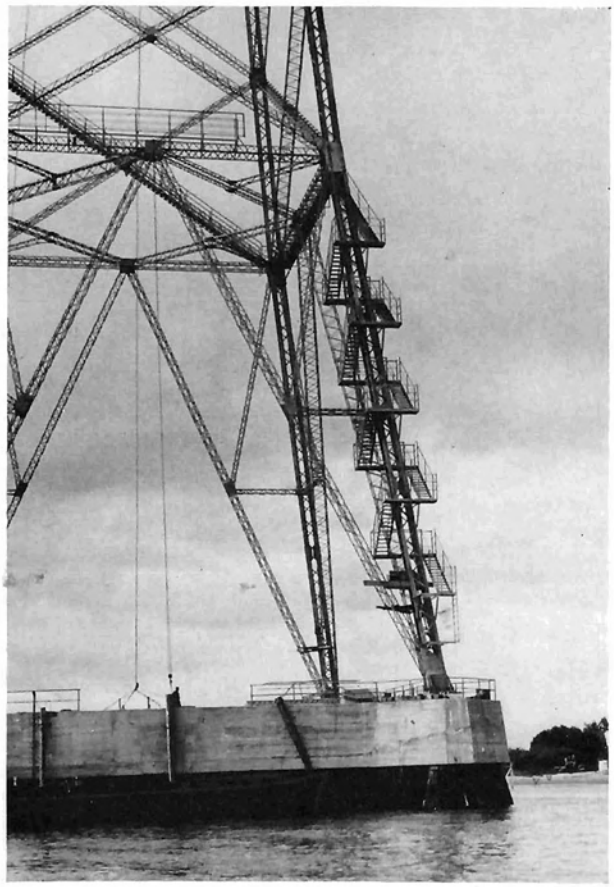


Bild 2: Mastfuß eines Elbekreuzungsmastes

Fig. 2: Leg-construction of a tower crossing the Elbe River

Ganz generell kann nun behauptet werden, daß die Konkurrenzfähigkeit des Betonbaus zum gegenwärtigen Zeitpunkt nach unseren Erfahrungen bei einer 110 kV-Übertragungsleitung mit einem Übertragungssystem aufhört. 110 kV-Doppelleitungen, also mit 6 Leiterseilen und einem Erdseil, werden gegenwärtig auch in stark betonorientierten Gegenden noch immer wirtschaftlicher in Stahl erstellt.

Wenn auch die großen Verbundnetze von 110 kV-Übertragungsspannung aufwärts zu finden sind, ist bei den kleineren Verteilernetzen erschreckend viel an Bauvolumen dem Stahlbau entzogen worden.

Abgesehen vom Gesamtbild einer Betonoberfläche — besonders älterer Bauart — entfällt der Korrosionsschutz, welchen der Stahlbauer in seinen Kosten mit einkalkulieren muß. Ein großer Vorteil aller Konstruktionen in Stahl bleibt aber ihre Beweglichkeit — oder besser Demontierbarkeit. Denkmäler in Form von Masten an einem außer Betrieb genommenen Leitungsabschnitt sind bei Konstruktion in Stahl nicht zu befürchten.

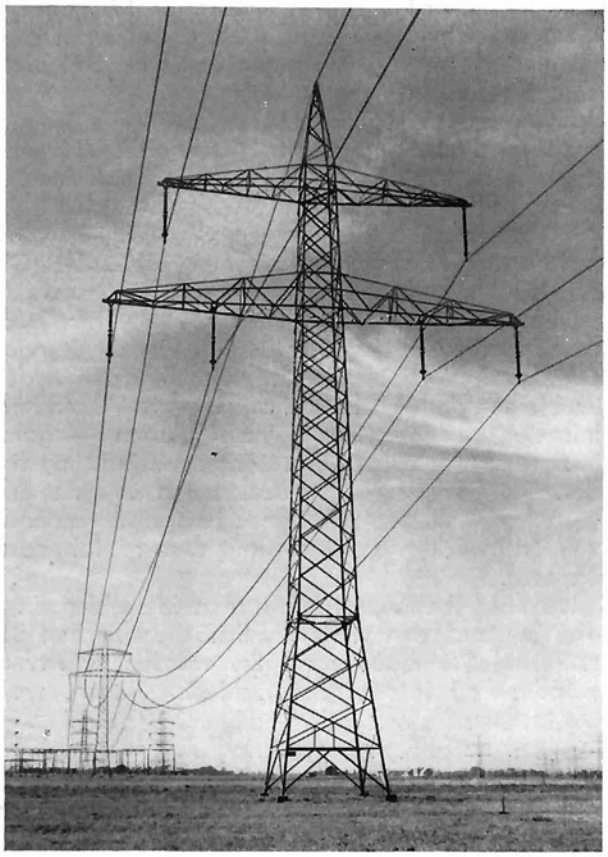
Welche Möglichkeiten erschließen sich nun dem Stahlbau, um auf diesem Sektor das Feld zu behaupten?

Die Möglichkeit der Serienfertigung bei diesen Konstruktionen ist wohl weitestgehend wahrgenommen und es bleibt, um die Preise noch niedriger zu gestalten, — neben einer laufenden Verbesserung der Fertigungsmethoden — nur mehr die Möglichkeit der Reduktion des Materialanteiles. Das heißt, daß man sich einer Leichtbauweise oder einer stahlsparenden Mischbauweise zuwenden muß. Letztere stellt eine Kompromißlösung mit Beton dar und ist wegen des zu montierenden Gesamtgewichtes nicht wesentlich billiger, als die klassische reine Stahlbauweise.

Echte Vorteile dürfte dagegen in jeder Hinsicht die Leichtbauweise bringen: geringer Stahleinsatz — geringe Transport- und Montagekosten. Die

Bild 3: 220 kV-Tragmast in Kantprofilbauweise

Fig. 3: 220 kV Suspension tower, fabricated of cold roll formed sections



Definition der Leichtbauweise wird wohl beim Vergleich einer modernen Bauweise mit einer konventionellen am ehesten gelingen:

Die Wahl der Profile unter Zuhilfenahme moderner Erzeugungsmethoden in Verbindung mit Änderungen in den Vorschriften und damit in den Konstruktionsgrundsätzen gestatten die Erstellung leichtester Konstruktionen ohne Beeinträchtigung der erforderlichen Sicherheit.

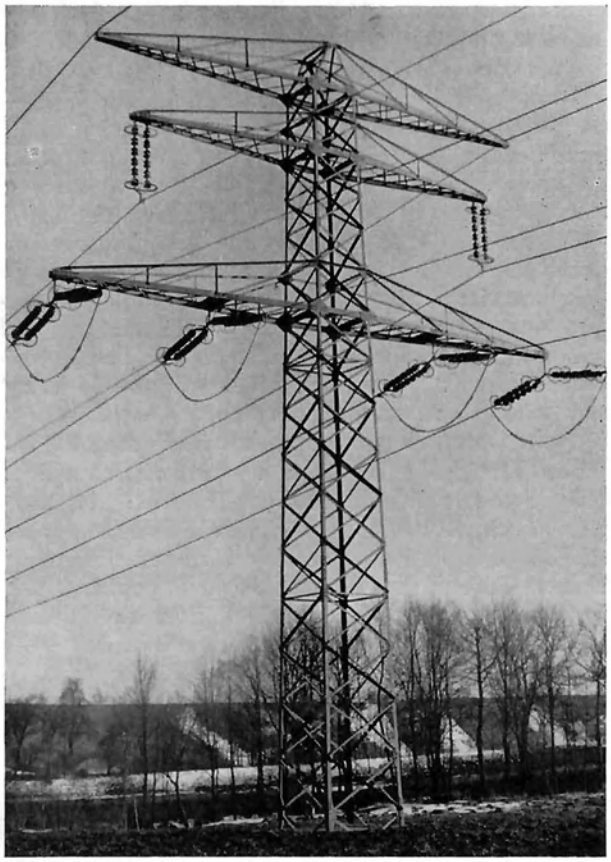
Das statische Problem im Gittermastbau ist in erster Linie das Knickproblem. Damit wird die Querschnittsgestaltung des Einzelstabes entscheidend für die wirtschaftlichste Verwendbarkeit. Drei Grundformen dürften zur Zeit als die interessantesten bezeichnet werden: das Rohr, das dünnwandige, warmgewalzte Winkelprofil und das im Kantverfahren hergestellte Profil. Das Kantprofil und seine wirtschaftlichen und konstruktiven Anwendungsmöglichkeiten im Gittermastbau, neben einer kurzen Schilderung seiner Erzeugung, sind der Gegenstand dieses Vortrages. Aber auch eine weitere Möglichkeit des Stahlleichtbaues soll kurz erwähnt werden.

Die Erfahrungen, die mit den im Kantvorgang hergestellten Profilen bei uns erstmalig am Sektor des Mastbaues gemacht wurden, sind selbstverständlich auch auf andere Gebiete des Stahlbaues übertragbar und wurden bei der Erstellung von rund 25 000 Tonnen Gittermastkonstruktionen gesammelt.

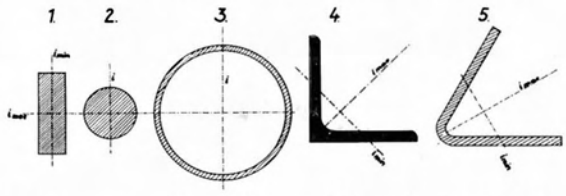
Ein Blechstreifen wird durch Abkanten um seine Längsachse zu einem Profil geformt. Wir haben zwei Möglichkeiten dazu: die erstere ist das Abkanten mittels Abkantpresse und die zweite das Durchziehen des ebenen Blechstreifens durch mehrere Profilwalzensätze, wobei der Streifen im kalten Zustand stufenweise zu einem Profil geformt wird.

Bild 4: 220 kV-Tragmast älterer Bauweise

Fig. 4: 220 kV Suspension tower of convential design



KNICKLASTEN VERSCHIEDENER PROFILE BEI $l_K = 150$ cm.



Bezeichnung	[1] ϕ 15.4,6,1	[2] ϕ 29,25	[3] ϕ 76.3	[4] L 6o6o.6	[5] K 7o.7o.5
Fläche [cm²]	6,91	6,91	6,88	6,91	6,75
Trägheitsradius i_{min}	0,433	0,741	2,58	1,17	1,68
Schlankheit λ/i_{min}	(346)	202	58	128	89
Knickbeitrag ω_{87}	-	6,89	1,23	2,77	1,58
Last bei σ_{zul}=2o1o kg/cm²	-	2.025	11.27o	5.o2o	8.6oo
Knicklast nach DIN 4114	1.19o	3.53o	16.2oo	8.7oo	15.15o

Bild 5: Knicklasten verschiedener Profile

Fig. 5: Buckling load of various sections

Laut ÖNORM ist 4 mm die zulässige Mindest-Materialstärke. Das sind im Schnitt 60 % aller Stäbe eines Gittermastes in Kantprofilbauweise. Der Rest sind Masteckstiele, die in größeren Materialstärken benötigt werden. Die Letzteren werden bei unseren Lieferumfängen auf der Abkantpresse hergestellt. Dieser Erzeugungsvorgang ist hinlänglich bekannt.

Das 4 mm-Material wird wirtschaftlicher im kontinuierlichen Rollkantverfahren verarbeitet. Das Blech kommt in sogenannten Coils von der Breitbandstraße. Auf einer Rollschere werden die Coils zu entsprechend breiten Bändern geschlitzt, die wiederum aneinandergeschweißt zu Ringen aufgespult werden, um so den Rollkantvorgang möglichst wenig unterbrechen zu müssen. Durch 3 oder 5 getriebene Profilrollensätze gezogen, erhält der Blechstreifen seine zugedachte Form.

Im Kaltverformungsvorgang kann man eine laufende Werkstoffprüfung erblicken. Stahl der nicht in Ordnung ist, führt schon bei dieser Verarbeitung zu Ausschuß. Dasselbe gilt für die Schweißstellen, denen bei der Profilbildung eine hohe Beanspruchung und Verformung zugemutet wird. Darüber hinaus steht die Fertigung unter der üblichen Kontrolle durch Stichproben. Durch die Kaltverformung beim Kanten erreicht man im Profil Streckgrenzwerte, die über jenen des Ausgangsmaterials liegen.

Gittermaste werden wirtschaftlich durch die Feuerverzinkung korrosionsgeschützt. Diese ist wohl teurer als ein Anstrich, hält aber zirka 50 Jahre, wie auf Grund von Versuchen und daran angestellten Berechnungen angenommen werden darf. Bei der Feuerverzinkung aber kommt es zu einer Erwärmung des Stahles in einem Temperaturbereich von 400°. Ist nun eine Kaltverformung vorangegangen, so werden durch die Erwärmung die Alterungsvorgänge im Stahl spontan ausgelöst. Sie führen zu einer Erhöhung der Streckgrenze und Zugfestigkeit, zugleich aber auch zu einer Verminderung der Zähigkeitseigenschaften, die dann am fühlbarsten wird, wenn Verformungen bei hoher Geschwindigkeit oder Beanspruchungen bei sehr niedrigen Temperaturen eintreten. Die Wechselfestigkeit wird mit der Steigerung der Streckgrenze enstsprechend erhöht.

Der Verminderung der Zähigkeitseigenschaften durch Alterung wird durch eine spezielle Beruhigung durch Zusätze bei der Stahlerzeugung begegnet. Das Material, das auf diese Weise alterungsbeständig gemacht ist, beste Eignung zum Kanten und Verzinken besitzt, hat als Profil außerordentlich günstige Eigenschaften.

Um neben den hervorragenden Materialeigenschaften nun auch die konstruktiven Vorzüge herauszustellen, die diese Kantprofile im Gittermastbau bieten, will ich auf die vorerwähnten beiden anderen Leichtbauweisen zurückkommen.

Das Rohr hat — und zwar wegen der zulässigen geringeren Wandstärke — die günstigere Querschnittsform für die vorkommenden Knickstäbe. Aus diesem Grunde wurde es dem normalen Winkelprofil vorgezogen. Es hat aber auch gewisse Nachteile; so den höheren Preis, den kostspieligeren Anschluß und es bringt die Ungewißheit bei Verwendung in nicht überdachten Konstruktionen: Was macht die Innenkorrosion!?

In diesen 3 Punkten ist das Walzwinkelprofil dem Rohr überlegen, allerdings sind seine Knickeigenschaften ungünstiger und seine Verwendung bewirkt eine Gewichtserhöhung gegenüber einer Rohrkonstruktion, mit der zulässigen geringeren Materialstärke. Seine Profilstufungen sind außerdem sehr weitmaschig, was abermals zu Mehrgewichten über das statisch erforderliche Maß hinaus führt. Man erweiterte daher die Walzwinkeltypen, die bis dahin ein Verhältnis der Materialstärke zur Schenkelbreite von 1 : 10 hatten, um Typen bis zu einem Verhältnis von 1 : 15 und kam so zu den dünnwandigen Walzwinkelprofilen.

Stellt man ähnliche Betrachtungen für die Kantprofile an, wird man erkennen, daß es die Entwicklungstendenzen der beiden anderen eben erwähnten Profile in sich vereint. Durch die Möglichkeiten der beliebigen Formung eines Blechstreifens kann der Trägheitsradius bei gleicher Fläche verändert werden. In unserer praktischen Anwendung für Gittermaste werden aus diesem Grunde überwiegend Profile mit 60° Schenkelneigung anstelle solcher mit 90° verwendet. Der minimale Trägheitsradius liegt wesentlich günstiger als bei flächengleichen 90°-Profilen und nähert sich dem Wert des etwas abfallenden maximalen Trägheitsradius. Die Verbesserung des i_{min} beträgt zirka 20 %.

Die zur Verarbeitung kommenden Blechstreifen sind außerdem in jeder Breite herzustellen. Wir verwenden Streifen mit einer Stufung von 5 zu 5 mm. Die so zur Verfügung stehenden Profile erlauben bei der Bemessung eine genaue Anpassung an die statischen Erfordernisse. Die Anschlüsse dieser Stäbe sind leicht herzustellen und es bleibt die Möglichkeit einer weiteren speziellen Anschlußausführung, die ich später noch erwähnen werde. Die gesamte Oberfläche bleibt auf Korrosion kontrollierbar.

Es ist bekannt, daß durch Verwendung hochwertigen Stahles im allgemeinen eine Gewichtsverminderung der Konstruktion eintritt. Bei einer Bemessung auf Knickung allerdings ist die Wirtschaftlichkeit des hochwertigen Stahles sehr von der Schlankheit des zu bemessenden Stabes abhängig. Man darf daher für den Gittermastbau im Durchschnitt feststellen, daß für die Diagonalen — vorerst ohne Berücksichtigung des Stabanschlusses — eine Bemessung in hochfestem Stahl keinen Vorteil bringt. Die Schlankheit dieser Stäbe liegt durchwegs über 100, also im sogenannten Eulerbereich. Außer von der Form ist dabei die Tragfähigkeit nur mehr vom E-Modul, nicht aber von der Streckgrenze abhängig.

Für die Masteckstiele und teilweise auch für die Auslegergurte wird fallweise die Verwendung hochfester Stahlgüten von Vorteil sein. Die Schlankheit dieser Stäbe liegt sehr häufig unter 100 und sie knicken im plastischen Bereich.

Eine nicht unwesentliche Rolle im Leichtbau spielen die Stabanschlüsse. Durch das Streben nach dem dünnwandigen Profil wird der Stabanschluß infolge des hohen Lochleibungsdruckes nicht immer einfach. Im Mastbau ist es gestattet mit nur einer Schraube anzuschließen und man ist darüber hinaus bemüht, für den Diagonalenanschluß am Eckstiel diese eine Schraube möglichst zweischnittig einzusetzen. Je weniger Schrauben sind, umso einfacher wird die Fertigung und vor allem die Montage. Die Wahl der Profildimensionen für eine Ausfachungsdiagonale hängt sehr häufig von der erforderlichen Anschlußbreite für die Unterbringung der Anschlußschraube ab.

Das Kantprofil bietet nun eine wirtschaftliche Möglichkeit, den statisch ausreichenden Diagonalstab auch mit einer größeren Schraube anzuschließen. Das Profil wird an seinen Enden in einem Gesenk zu einem U-Profil gepreßt. Die Formgebung wurde so gewählt, daß die Schwerlinie des U-Profiles und die Schwerlinie des Winkels nahezu zusammenfallen. Der Rücken des U-Profiles stellt die Anschlußfläche des Stabes dar, der Winkel selbst liegt also auf seinem Rücken in der Fachwerkswand. Am Kreuzungspunkt wird der Stab ebenfalls leicht verformt und der Rücken so weit eingedrückt, daß die beiden sich kreuzenden Stäbe ohne Futterring aufeinanderliegen und

mit der kleinsten zulässigen Schraube verbunden werden können. Diese Verformungen — sie werden in der weiteren Folge mit Quetschungen bezeichnet — werden im rotglühenden Zustand aufgebracht.

Die in einer Reihe von Versuchen überprüfte Form gestattet es nun einen L 40.40.4 ohne weiteres mit maximal einer Schraube M 24 anzuschließen und dabei beim statisch erforderlichen — also leichteren — Profil zu bleiben. Dieser Anschluß ist außerdem zentrisch.

Die Versuche wurden wie im Bild dargestellt angeordnet und durchgeführt. In einem Rahmen wurden zwei Diagonalkreuze — die Versuchsstäbe — eingebaut und die Anordnung ahmt so eine Mastwand nach. Unter den mittleren Knoten wurde eine hydraulische Presse gesetzt und zwischen dem Druckstempel und dem Rahmenuntergurt eine Druckmeßdose zur Kontrolle des Manometers eingebracht. Der Rahmen wurde vorerst ohne eingebaute Diagonalen gedrückt, um festzustellen wie groß die Lastaufnahme des Rahmens allein in Abhängigkeit von der Durchbiegung ist.

Diese Versuche wurden über Wunsch der Österreichischen Verbundgesellschaft und der Österreichischen Bundesbahnen durchgeführt. Beide Körperschaften haben neben anderen Gesellschaften die Entwicklung dieser Bauweise sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht beeinflußt und gefördert und teilweise die Entwicklung wirtschaftlicher Regeltypen sowohl für 110 kV- als auch für 220 kV-Leitungen verlangt.

Das Versuchsprogramm umfaßte vergleichende Versuche mit dem Walzprofil und Tragfähigkeitsnachweise von 2 Diagonalpositionen aus einem 220 kV Regeltragmast der Verbundgesellschaft.

Tabelle I:

Ergebnisse eines vergleichenden Versuches
Knicklänge 150 cm, Materialgüte St 37 S

	Walzprofil	Kantprofil	
		statisch gleichwertig	flächengleich
Profil	L 50/50/5	K < 49/49/4	K < 62/62/4
Fläche [cm²]	4,80 126,3%	3,80 100 %	4,80 126,3%
i_η [cm]	0,98 83 %	1,18 100 %	1,49 126,3%
λ	153	127	101
ω	3,95	2,72	1,79
rechn. Tragfähigkeit [kp]	2700	3100	5960
Eulerlast [kp]	4240	4840	9840
Tragfähigkeit im Versuch	4140 86 %	4810 100 %	9050 188 %

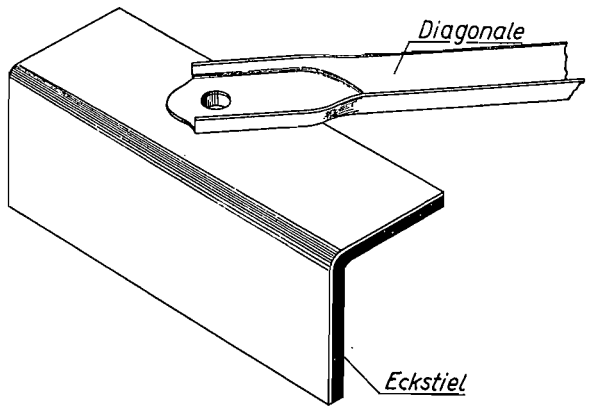


Bild 6: Ausbildungsmöglichkeit des Diagonalanschlusses bei Verwendung von Kantprofilen

Fig. 6: Possibilities of connecting diagonals made of cold roll formed sections

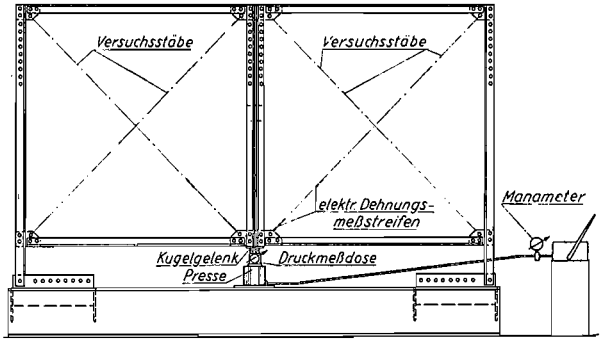


Bild 7: Anordnung der Versuche an Mastdiagonalen

Fig. 7: Arrangement of tests on tower diagonals

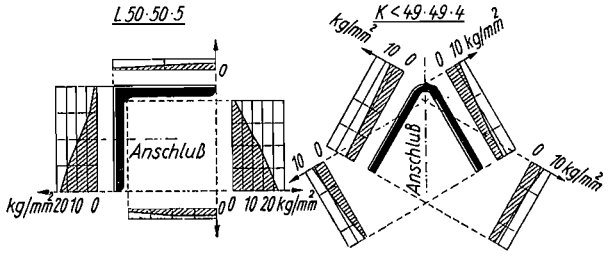


Bild 8: Vergleich der Spannugsverteilung in Walzprofil mit der in Kantprofil

Fig. 8: Distribution of stresses on rolled sections compared with cold roll formed sections

Der Walzwinkel 50.50.5 und der Kantwinkel 49.49.4 wurden an zwei Querschnitten sowohl an der Winkelinnenseite als auch an der Winkelaußenseite mit einer Reihe von elektrischen Dehnmeßstreifen beklebt. Ein untersuchter Querschnitt lag nahe dem Anschluß, der zweite in Feldmitte. So war es nicht nur möglich, die tatsächliche Last in den Stäben zu kontrollieren, sondern darüber

Tabelle II:

Ergebnisse der Versuche von 2 Diagonalen eines 220-kV-Tragmastes

Materialgüte St 37 S

	Diagonale Nr. 13		Diagonale Nr. 18	
	tatsächl. Ausführung in Kantprofil	zum Vergleich Walzprofil	tatsächl. Ausführung in Kantprofil	zum Vergleich Walzprofil
Stabkraft P	1732 kp	1732 kp	1610 kp	1610 kp
erforderliche Schraube	1 M 20	1 M 14	1 M 16	1 M 12
Anschlußstärke	0,4 cm	0,5 cm	0,4 cm	0,5 cm
Profil	K < 40.40.4	L 45.45.5	K < 42.42.4	L 45.45.5
l_k	120 cm	120 cm	147 cm	147 cm
i_η	0,920 cm	0,87 cm	0,988 cm	0,87 cm
$\lambda \rightarrow \omega$	131 → 2,90	138 → 3,22	149 → 3,75	169 → 4,82
Fläche	3,0 cm² 100 %	4,3 cm² 143,5 %	3,2 cm² 100 %	4,3 cm² 134,4 %
$\sigma_{zul.} = 2010$ kp/cm²	1660 kp/cm²	1300 kp/cm²	1888 kp/cm²	1805 kp/cm²
Versuchsergebnis der Kantprofile				
Knicklänge	121,6 cm		144,2 cm	
P bei $\sigma = 2010$ kp/cm²	2050 kp		1785 kp	theoretische Werte
P bei $\sigma = 2220$ kp/cm²	2270 kp		1975 kp	theoretische Werte
Eulerlast	3880 kp		3105 kp	
Last beim Versagen	4350 kp		4210 kp	Versuchswerte

hinaus ein Bild über die Spannungsverteilung über dem Stabquerschnitt zu erhalten. Diese Beobachtungen waren hauptsächlich im noch stabilen Zustand von Interesse. Für den Augenblick des Knickens dienten sie höchstens nur mehr zur genaueren Bestimmung der Knickrichtung. Dieser Versuch zeigte nun auch, daß die Spannungsverteilung bei dem zentrisch belasteten Kantprofilstab viel gleichmäßiger ist. Dies bringt zweifellos eine Erhöhung der Knicksicherheit mit sich.

In Tabelle II finden Sie die Versuchsergebnisse der Einzelversuche vor. Die Einzelversuche — also ohne Vergleichsabsicht — sollten den Tragfähigkeitsnachweis für zwei Schaftdiagonalen praktisch erbringen.

Die gequetschten Stabenden zeigten bei keinem Versuch eine Verformung und die Stäbe knickten bei Überschreitung der Knicklast in Feldmitte. Es wurde bei der Festlegung der Quetschformen darauf Rücksicht genommen, daß über einer Schlankheit von 100 sicher der Stab zu knicken beginnt und nicht die gequetschten Enden „weich" werden. Das heißt also, daß man bei Stäben geringerer Schlankheit durchaus eine Quetschung ausführen kann, nur darf dann die aufzunehmende Stabkraft nicht größer sein, als der Stab bei der Schlankheit 100 mit der entsprechenden Sicherheit an Tragfähigkeit besitzt. Aus der praktischen Erfahrung kann gesagt werden, daß dieser Grenzfall fast keine Bedeutung hat, da sein Auftreten äußerst selten ist.

Selbstverständlich kann das Kantprofil auch für Masteckstiele und Gurtstäbe wirtschaftlich eingesetzt werden, wie dies für die Tragmaste häufig zutrifft. In diesen Fällen besitzt es drei wesentliche Vorteile, die mit in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einzubeziehen sind:

Wegen der gleichmäßigen Rundung des Profilrückens kann man ohne besondere Maßnahme einen sogenannten Schachtelstoß ausführen. Die zu stoßenden Eckstiele werden einfach übereinander gelegt und verschraubt. Dies bringt Vorteile für die Montage und wirkt selbstverständlich auch in der Fertigung kostensparend. Halbe Schraubenzahl, keine Stoßlaschen und eine momentensichere Durchlaufwirkung des Eckstielstoßes sind die Vorzüge dieser Ausbildung.

Wenn man nun die Eckstiele nicht aus geschlitzten Bändern herstellt, sondern aus Blechtafeln schneidet, ergibt sich ein weiterer Weg der Einsparung. Schneidet man nämlich nicht parallele Streifen, sondern langgestreckte Trapeze zu, so erhält man einen konischen Eckstiel, der am unteren Ende gemäß dem Kraftverlauf seinen größeren Querschnitt hat.

Darüber hinaus ist — als dritter Vorteil — bei 60gradiger Schenkelneigung jederzeit ohne konstruktive Schwierigkeiten ein dreistieliger Mastschaft auszubilden. Doch davon später!

Aus allen diesen angeführten Tatsachen ergeben sich auch gewisse Konsequenzen bei der Festlegung des Mastsystems. Das Gesamtgewicht

soll ein Minimum werden. Trägt man das Gewicht eines Schaftstückes in Abhängigkeit von Mastbereitschaft und Neigung der Eckstiele in Kurven auf, so läßt sich für die Projektierung eines Mastes eine wesentliche Erkenntnis gewinnen. Der Vergleich der Kantprofillösung mit den üblichen Konstruktionen zeigt, daß diese bei einer anderen Form ihr Minimum im Gewicht erreicht.

Bei der Wahl des Systems ist darauf Bedacht zu nehmen und es ist erfreulich, daß das erstrebte aufgelockerte System und daher zarte Fachwerk auch das wirtschaftlichere ist. Statisch bringt ein weitmaschiges System geringere Stabkräfte und damit einfache Anschlüsse, sowie geringere Fundamentkräfte.

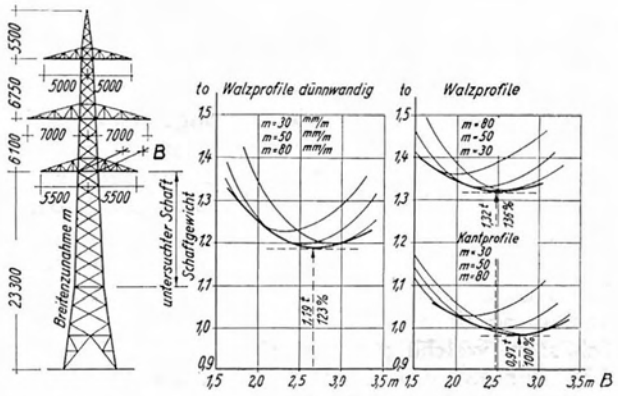


Bild 9: Minimalgewicht eines Mastschaftes (Kurven idealisiert) 220 kV-Tragmast: Querbelastung 3200 kg (Regellastfall), Torsionsbelastung 12 100 kgm (Ausnahmefall)

Fig. 9: Minimum weight of a corner leg (ideal curve) 220 kV Suspension Tower. Transverse load 3200 kg (standard load case) Torsional stresses 12 100 kgm (exception case)

Bei bestimmter Belastung oder auch bei bestimmten Mastformen ist die wirtschaftlichste Schaftausbildung nicht immer die vierstielige, sondern eine dreistielige. Besonders für torsionsfreie Schäfte, wie dies bei Portalen der Fall ist, bringt bis zu einer bestimmten Querlast der dreistielige Schaft große Vorteile. Selbst bei Gleichgewichtigkeit mit der vierstieligen Ausführung spart man ungefähr 25 % der Stabanzahl ein, allerdings ohne Berücksichtigung der Ausleger. Dies wirkt sowohl in der Fertigung als auch bei der Montage und fallweise bei der Fundierung kostenmindernd.

Das 60°-Kantprofil verlockt geradezu konstruktiv dieser Lösung nachzugehen und sie wurde auch schon praktiziert. Für ein 66 kV-Netz in Nicaragua wurden sowohl Portale als auch einschäftige Maste geliefert. Bild 10 zeigt eine Modellaufnahme des Portaltragmastes. Diese dreistielige Ausführung stellt kein Novum dar. In Schweden wurde schon vor Jahren, allerdings aus warmgewalzten Profilen, diese Schaftform gebaut. Außerdem werden Maste aus Rohren in derartigen Systemen ausgelegt. Der Vorteil des Kantprofiles ist vor allen Dingen in der billigeren Herstellung gegenüber einem gleichen warmgewalzten Winkel zu suchen und in der einfachen Anschlußmöglichkeit der Diagonalen gegeben.

Der vorgespannte Betonmast hat im kleineren Verteilernetz vielfach den Holzmast abgelöst. Bei den Elektroversorgungsunternehmen herrscht noch immer ein großer Bedarf an Masten für Leitungen bis 25 kV. Die Verkabelung dieser Leitungen wird sicher noch lange auf sich warten lassen und ihre Wirtschaftlichkeit ist geländeweise sehr verschieden. Die Holzmaste aber müssen zirka alle 10 Jahre ausgewechselt werden. Der Betonbau hat hier schon festen Fuß gefaßt.

Aus Kantprofilen und Rundstahl wurde nun ein dreistieliger Mast entwickelt, der für diese Leitungskategorie gedacht ist und der ohne Betonfundament in das Erdreich eingegraben wird. Bei einer Länge von 11 m beträgt sein Gewicht 150 kg. Vor einem Forum von Herren der Landesversorgungsunternehmen Österreichs wurden Be-

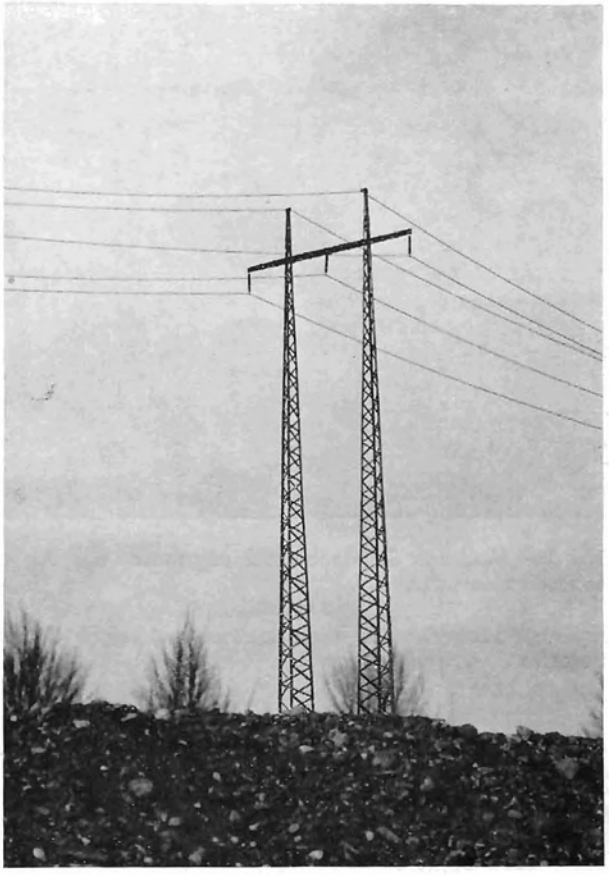


Bild 10. Modell eines Tragmastes für eine 66 kV-Leitung. Portalmast mit dreistieligen Schäften aus Kantprofilen

Fig. 10: Model of a suspension tower for a 66 kV-line. Gantry tower with 3 legs of cold roll formed sections

lastungsproben durchgeführt und anschließend dieser Mast durch einen Seilzug unter 45° senkrecht zur Leitungsrichtung umgebrochen. Bei 900 kg schrägem Seilzug knickte der Druckstiel ein. Die theoretische Bruchlast war 560 kg. Die erhöhte Bruchlast erklärt sich daraus, daß die vorerst angenommenen Knicklängen durch die Einspannungen an den Schweißknoten bedeutend reduziert wurden und weiters daraus, daß die Fließgrenze viel höher liegt, als theoretisch angenommen. Materialprüfungen haben ergeben, daß keine Probe der Güte St 37 S unter 2600 kg/cm² lag. Im Mittel liegt die Fließgrenze bei 2800 kg/cm².

Bild 11: Moderne Straßenbeleuchtungsmaste aus Stahlleichtrohrelementen

Fig. 11: Modern street lighting poles of lightweight tubular elements

In der laufenden Ausarbeitung wird neben der Tatsache der Materialgüte ganz besonders das Problem der Bauwerksfestigkeit zu berücksichtigen sein. Es zeigt sich nämlich auffallend, daß bei diesen relativ kleinen Bauwerken die in einer Berechnung auf Grund der Normen und Vorschriften getroffenen Annahmen kaum zu Recht bestehen. Während bei weitmaschigen Fachwerken die theoretische Annahme von Gelenken an die praktische Tatsache herankommt, wird bei diesen kleinen, geschweißten Konstruktionen das Zusammenwirken aller Stäbe ungleich intensiver. Daher wird ein echter Leichtbau — selbstverständlich auch auf anderen Gebieten des Stahlbaues — diese Überlegungen bei seinen Entwürfen einschließen müssen. Neben theoretischen Annahmen kann hier in erster Linie nur der praktische Versuch Klarheit bringen.

Vorerst ist der Stahlleichtmast halb so schwer wie ein gleich langer Holzmast, besitzt die erforderliche Torsionsfähigkeit, die für den Holzmast laut Vorschrift nicht nachgewiesen werden muß und wiegt zirka 1/5 des Betonmastes. Der Stahlmast kann außerdem in zwei Teile zerlegt werden. Seine wartungsfreie Zeit beträgt feuerverzinkt zirka 50 Jahre und seine Lebensdauer ist bei anschließender entsprechender Wartung unbegrenzt, die des Holzmastes je nach Gebiet 10 Jahre. Der Stahlleichtmast ist etwas billiger als der Betonmast und nur zirka 50 % teurer als der Holzmast.

An dieser Stelle möchte ich nun eine weitere Stahlleichtbauweise — wie eingangs angekündigt — anführen. Sie ist hier deswegen erwähnenswert, weil sie im Zusammenhang mit den Leitungen bis 25 kV hierhergehört: den Stahlleicht r o h r - mast.

Er besteht aus dünnwandigem Blech höchster Güte. Er wird nicht in einem einzigen Stück hergestellt, sondern besteht aus 2 m langen konischen Schüssen, welche genormt sind und mit „Element 0,1 ... bis 13" bezeichnet werden. Der Stahlleichtrohrmast findet als Freileitungsmast — praktisch ausgeführt bis 60 kV — als Beleuchtungsmast, Reklamemast usw. Verwendung.

Ich darf Ihnen nun ein solches Bauglied — ein Element — näher beschreiben. Die Länge dieser Elemente ist 2 m. Die Gestalt ist konisch und der Querschnitt ist bei der Regelausführung nicht kreisrund sondern elliptisch, um für eine bestimmte Belastungsrichtung den Querschnitt günstiger anordnen zu können. Ganz allgemein liegt hier kein Knickproblem vor, sondern ein Spannungsproblem. Die Beulsicherheit des Stahlrohres ist trotz der scheinbar geringen Wandstärken (im Mittel um 2 mm) viel höher als erforderlich. Die hohe Stahlqualität des St 60 bringt hier daher den Vorteil der höchsten Tragfähigkeit bei geringstem Gewicht.

Das elliptisch-konische Rohrstück wird aus zwei Halbschalen hergestellt. Die Verbindung dieser Halbschalen wird mit Hilfe einer sogenannten Riegelnaht vorgenommen. Diese Naht ist ein Patent des nun leider schon verstorbenen Dr. Pfisterhammer. Im Herstellungsvorgang eines Elementes sind 5 markante Arbeitsgänge zu nennen: Zuschnitt der Bleche, Aufbringung der Verzahnung, Vorbiegen zu einer U-förmigen Halbschale, Zusammenbau und Vernietung von zwei Halbschalen und das Nachrollen zum endgültigen elliptischen Querschnitt. Gegen Korrosion werden die einzelnen Elemente feuerverzinkt. Bei einer Länge von 2 m und einem Elementgewicht von

5 bis zirka 30 kg ist es keine Schwierigkeit in den üblichen Wannen die Feuerverzinkung durchzuführen. Es werden somit die einzelnen Elemente sowohl innen als auch außen korrosionsgeschützt.

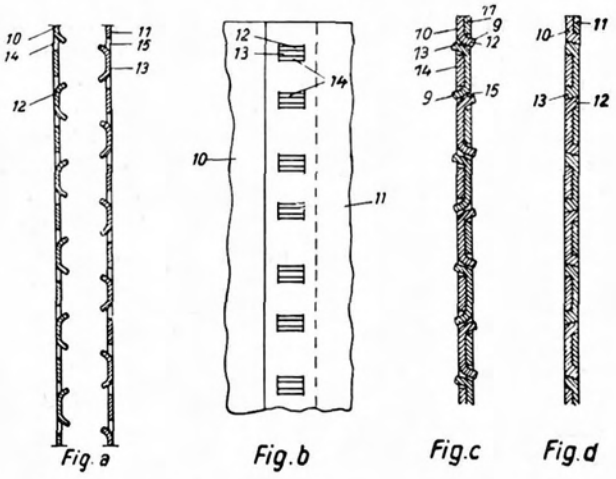


Bild 12: Darstellung der Riegelnaht

Fig. 12: Picture of a „Riegelnaht" (seam)

Die Zusammensetzung der einzelnen Elemente zu einem Mast ist mit den primitivsten Werkzeugen möglich. Sie werden vorerst von Hand ineinandergesteckt und zwar so, daß über das schmälere Ende des untersten Endes das breite des nächstfolgenden gesteckt wird. Die auf diese Weise aufeinandergesteckten Elemente werden durch Zusammenschlagen fest zum Sitz gebracht. Mit geringstem Zeit- und Materialaufwand wird so ein Mast hergestellt und ist sofort belastungsfähig. Die Überdeckungslängen liegen, je nach Element, zwischen 250 und 400 mm.

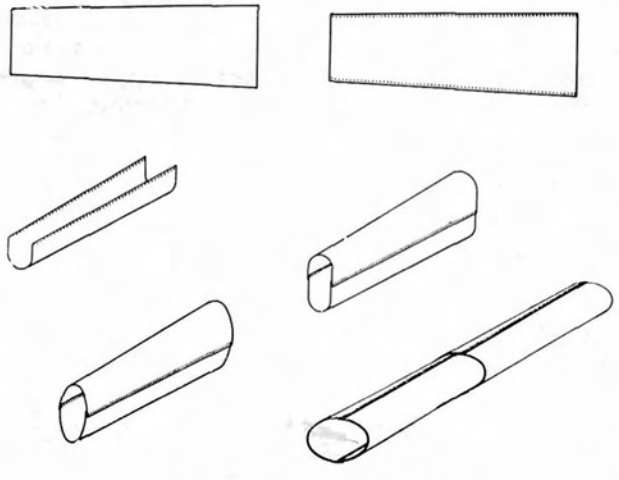


Bild 13: Herstellungsvorgang eines Elementes

Fig. 13: Fabrication process of an element

Diese verblüffend einfache Stoßüberdeckung hat in keinem Versuchsfalle versagt und es sind die gewählten Stoßlängen daher genügend sicher festgelegt.

Das Aufstellen der Maste ist ebenso einfach und wird von 2 bis 3 Mann mittels Holzstangen leicht ausgeführt. Durch die gewählte Konizität wird eine genügend große Einspannbreite im Erdreich erreicht und so eine große Standsicherheit ohne Betonfundament erzielt. Die unter Tag liegenden Teile werden zusätzlich noch mit 2maligem Bitumenanstrich versehen. Dieser Korrosionsschutz von Stahlteilen die unter Tag zu liegen kommen hat sich bei vielen betonlos gegründeten Masten bestens bewährt.

Bild 14: Zusammenbau eines Stahlleichtrohrmastes

Fig. 14: Assembly of a lightweight tubular steel pole

Neben dem bereits erwähnten niederen Ge-Gewicht des Stahlleichtrohrmastes hat dieser ideale Transporteigenschaften. Im Versandzustand nämlich sind die kleineren Elemente in die größeren hineingeschoben und es werden auf diese Weise nur die Abmessungen des größten Elementes und nicht des ganzen Mastes für den Transport maßgebend. In einem Pkw kann bereits ein ganzer Mast transportiert werden. Die Lagermöglichkeit auf einem Lkw erreicht bis zu 70 Maste und selbst im Flugzeug ist der Transport

ohne Schwierigkeiten möglich. Es können in der kleinsten Gerätekammer 2 bis 3 Reservemaste gelagert werden.

Die Ausstattungsmöglichkeit des Mastkopfes ist sehr vielseitig. Von der Einfachleuchte über Leiterseilausleger bis zur Flutlichtausrüstung kann konstruktiv jede Vorkehrung getroffen werden. Seine Einsatzmöglichkeit ist vom sogenannten Spitzenzug abhängig. In Prospekten ist die Belastbarkeit in Abhängigkeit vom obersten Element zusammengestellt. Ein Maß für die Wirtschaftlichkeitsbewertung dürfte sicher die Angabe der Tragfähigkeit im Vergleich mit dem Mastgewicht sein:

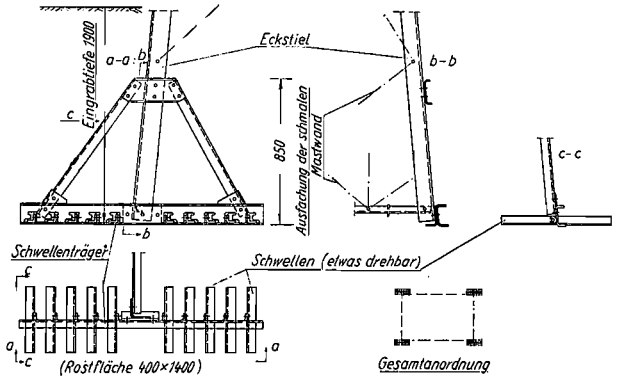
Ein Schleuderbetonmast trägt im allgemeinen das 0,8fache seines Eigengewichts. Beim Mannesmann-Mast ist es das 2,2fache und der Stahlleichtrohrmast trägt zirka das 5,5fache seines Eigengewichtes.

Eine Tatsache muß immer wieder hervorgehoben werden, nämlich die, daß der Stahlleichtrohrmast für den Kraftfahrer eine weit geringere Gefahr bedeutet. Die Stoßkräfte hängen ja von der Masse ab und diese ist hier sehr gering. Aus einer Reihe von Vergleichen der Unfallschäden bei Karambolagen mit Beleuchtungsmasten darf für den Kraftfahrer berechtigt die Empfehlung abgeleitet werden, sich im Falle des Falles einen Leichtrohrmast auszusuchen.

Wird der Mast durch den einen oder anderen Einfluß beschädigt, so ist keinesfalls der ganze Mast verloren. Bis auf das eine oder die zwei beschädigten Elemente bleibt der Mast restlos verwendbar. Die Auswechselarbeiten nehmen nur kürzeste Zeit in Anspruch.

Bild 15: Fundament eines 110 kV-Tragmastes

Fig. 15: Grillage foundation of a 110 kV suspension tower



Eine Beschädigungsmöglichkeit an Rohrkonstruktionen unter freiem Himmel scheint mir erwähnenswert. Es ist dies die Gefahr des Sprengens durch Eisbildung im Innern des Rohres. Abgesehen davon, daß die Durchmesser der Stahlleichtrohre relativ groß sind, ist der Mast durch die Luftschlitze in den Stößen wasserdurchlässig. Gegen Eindringen des Regenwassers durch Überdeckung geschützt, wird außerdem durch die besagten Luftschlitze eine fortwährende Belüftung des Mastinneren erreicht und somit auch die Kondenswasserbildung weitestgehend ausgeschaltet. Gepaart mit der Innenverzinkung ist dies wohl ein praktisch vollkommener Schutz gegen Innenkorrosion.

Wenn ich nun in meinen Ausführungen zur Kantprofilbauweise zurückkehre, so darf ich noch einiges über die Fundierung von Gittermasten anführen. Vom normalen Betonblockfundament zum Betonsparfundament über Pfahl- und Bohrpfahlfundament zum Stahlschwellenfundament sind alle Fundierundsmethoden praktisch in Anwendung.

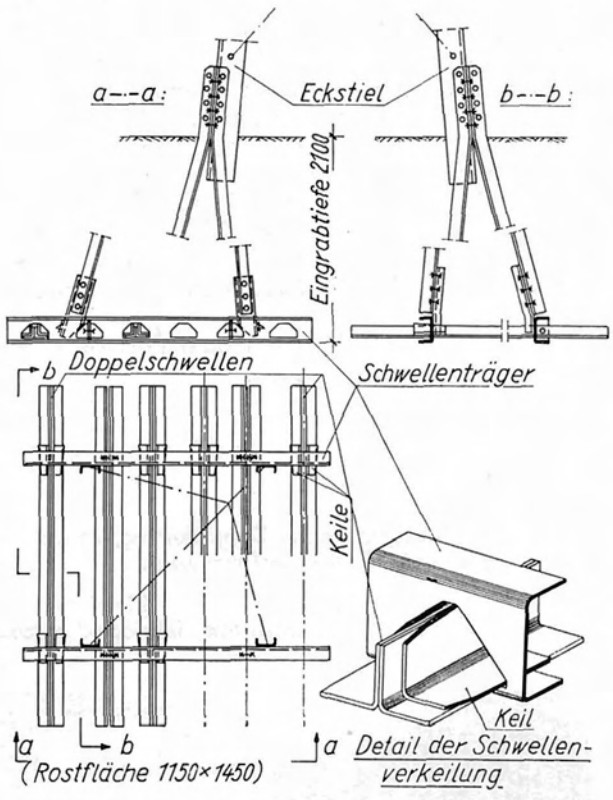
Das Stahlschwellenfundament stellt bis zu einer gewissen Größe der Fundamentkräfte eine sehr wirtschaftliche Lösung dar. Seine Erwähnung im Zusammenhang mit der Stahlleichtbauweise ist deswegen gerechtfertigt, weil durch die weitmaschige Systemgestaltung kleinere Fundamentkräfte abzuleiten sind. Die Möglichkeit neben dem niederen Preis ohne Wasser und Zuschlagstoffsorgen und ohne Spezialgeräte, deren Einsatzmöglichkeit sehr von den geographischen Verhältnissen abhängig ist, fundieren zu können, ist einer Prüfung wert. Einschlägige Weltfirmen, die die Lieferung und Montage von Freileitungen gegen internationale Konkurrenz durchführen, geben aus wirtschaftlichen Gründen dieser Fundierungsart den Vorzug. Als wirkungsvoller Korrosionsschutz hat sich ein zweimaliger Bitumenanstrich auf der vorher feuerverzinkten Konstruktion ergeben. Die Feuerverzinkung ist hier eine der wichtigsten Maßnahmen im Korrosionsschutz gegen die Anstrichsunterrostung.

Häufig wird beim Entwurf der Stahlschwellenfundamente allergrößter Wert auf eine starre Konstruktionsausbildung gelegt. Dies ist eigentlich ein unnatürlicher Zwang der der Wirkungsweise eines Fundamentes nicht entgegenkommt. Bei der gezeigten Ausführung sind die Schwellen mit nur je einer Schraube an den aus dem Schwellenträger herausgeklappten Lappen angeschlossen und somit um eine horizontale Achse drehbar. Sie passen sich damit weitestgehend der Unterlage an (Bild 15).

Bei größeren Fundamentkräften werden zwei Schwellenträger unbedingt notwendig. In diesem Falle werden die Schwellen neuerdings bei uns mit Keilen festgeklemmt. Der Stahlschwellenrost ist wesentlich schneller montiert und einmal im Erdreich eingestampft, kann er nicht mehr auseinanderfallen. Die bei diesen Konstruktionen erzielte glatte Unterfläche ohne abstehende Schenkel und Schraubenköpfe erlaubt ein leichtes Einrichten in der Baugrube. Der Schwellenträger wird aus einem Kant-U-Profil hergestellt und hat bei gleichem Widerstandsmoment wie ein Walz-U ein höheres Trägheitsmoment wie dieses und damit eine größere Steifigkeit (Bild 16).

Bild 16: Fundament eines 220 kV-Tragmastes

Fig. 16: Grillage foundation of a 220 kV suspension tower



Wenn ich jetzt auf einige statische Details eingehe, die zwangsläufig im Zusammenhang mit jeder ungewohnten Konstruktionsweise als interessant auftauchen, so gestatten Sie mir bitte, daß ich die entsprechenden Ableitungen als bekannt voraussetze und nur mehr die Ergebnisse vergleiche. Die Hinweise sind besonders in der Kantprofilbauweise berücksichtigungswürdig, weil der Konstrukteur die Möglichkeit hat, die Profile selbst festzulegen und ihm dabei statische Grenzen gesetzt sind, auf die er aufmerksam gemacht werden muß.

Die hauptsächlichsten und dominierenden Probleme stellen die Knickung, die Drillknickung und die Beulung dar. Die beiden ersteren bestehen nebeneinander als gemeinsamer Fragenkomplex. Bei einfachsymmetrischen Profilen, und das sind die Winkelprofile, liegt der Schwerpunkt und der Schubmittelpunkt getrennt auf der Symmetrieachse. Liegt nun der Lastangriffspunkt auch auf dieser, wie dies zum Beispiel beim Anschluß mit gequetschten Stabenden der Fall ist, so biegt sich der Stab ohne Verdrillung in der Symmetrieachsenrichtung aus. Es liegt also der Fall der reinen Biegeknickung vor. Der Kantwinkel mit gequetschten Stabenden kann also immer ohne Berücksichtigung der Verdrillung dimensioniert werden. Dies sind immer die relativ kürzeren Diagonalen mit geringerer Schlankheit und höherer Kraft. Dies ist wichtig festzuhalten, weil beim normalen, außermittig angeschlossenen Winkelprofil, gerade bei den Stäben geringerer Schlankheit die Verdrillung wirksam wird.

Mit zunehmender Schlankheit nimmt die Bedeutung auch für die außermittig angeschlossenen Profile wieder ab.

Die Drillknickung ist also bei der Kantprofilbauweise wie sie hier beschrieben wird, praktisch unmaßgeblich.

Eine Einschränkung in der ansonst sehr freien Dimensionierungsmöglichkeit setzt jedes dünnwandige Winkelprofil der Gefahr des Beulens der Winkelschenkel aus. Für die Diagonalen bis auf wenige Ausnahmen ungefährlich, ist die Beulung jedoch für die Eckstielbemessung zu berücksichtigen. Es sind daher die in der Norm angegebenen Verhältnisse der Materialstärke zur Schenkelbreite einzuhalten.

Abschließend noch einiges über die Kostenfrage. Die gewichtsmäßig größten Einsparungen lassen sich bei allen Tragmasten und bei den Diagonalen von Abspannmasten erreichen, wenn man die konventionellen Profile ersetzt durch Kantprofile. Dazu kommt die Einsparung an Stahlgewicht bei den Walzprofileckstielen, die sich durch die geringeren Kräfte infolge der größeren Mastsprei-

Bild 17: 220 kV-Abspannmast im Hochgebirge

Fig. 17: 220 kV Tension tower in high montain region

Bild 18: Eisbelastung an einer 110 kV-Leitung im Hochgebirge. Tragmaste aus Kantprofilen, Abspannmaste in gemischter Konstruktion

Fig. 18: Ice load on a 110 kV-line in high mountains. Suspension tower fabricated of cold roll formed sections, tension towers made of mixed construction

zung erzielen läßt. Die Kosten verringern sich natürlich nicht in dem Ausmaß, in dem das Gewicht sinkt, da ja der Arbeitsanteil zunimmt. Eine genaue Angabe darüber zu machen ist schwer möglich, weil eine Kalkulation unter Berücksichtigung der jeweiligen Betriebsmöglichkeiten verschiedene Werte ergibt. Nimmt man an, daß bei normaler Walzprofilausführung ganz grob 60 % auf den Materialanteil und 40 % auf den Lohnanteil entfallen und bedenkt man, daß die durchschnittliche Gewichtseinsparung 20 bis 30 % beträgt, so ist selbst bei höheren Fertigungskosten eine Einsparung möglich.

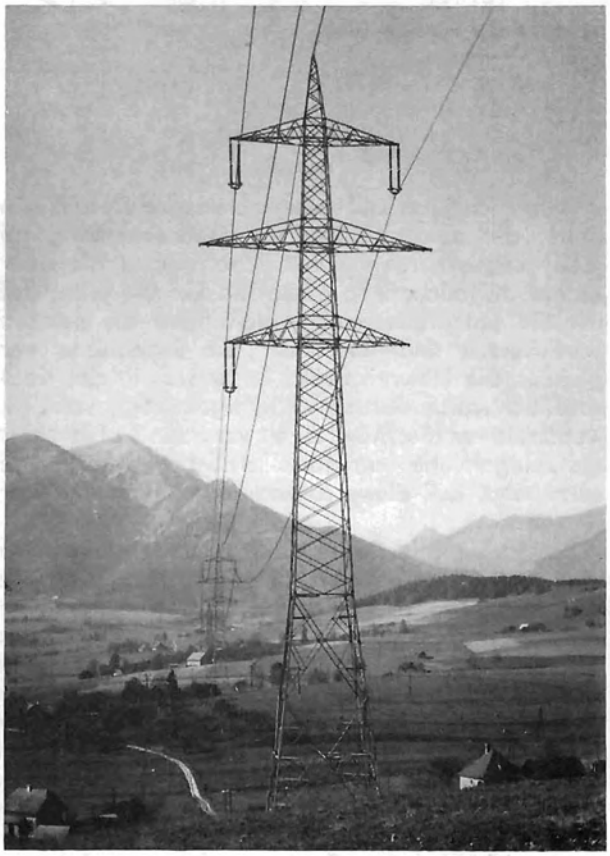
Eine der Gewichtsreduktion direkt proportionale Verringerung erfahren die Transportkosten, die Montage wird verbilligt, wenn auch nicht in dem Ausmaß des Gewichtsabfalles. Dafür spricht: die Verringerung der Positionszahlen, der Wegfall von Stoßlaschen, die Reduktion der Schraubenstückzahlen, die fallweise Vermeidung von Anschlußknotenblechen und die Fundierung mittels Stahlschwellenfundamenten. Diese Aufzählung gilt natürlich auch für die Fertigungs- und Versandmanipulation.

Wir glauben, daß wir mit dieser Kantprofil-Bauweise eine Möglichkeit haben, ähnlich den anderen Leichtbauweisen, dem Betonbau manche Objekte streitig zu machen, damit dem Stahl seine Geltung zu erhalten und zu erweitern und auch gleichzeitig einen ganz bescheidenen Beitrag leisten zu können, durch Verbilligung den Lebensstandard zu heben. Wir sind auch der Meinung, daß die derart ausgeführten Bauwerke sich ästhetisch dem Landschaftsbild eingliedern lassen und durch ihre Zartheit unaufdringlich ihrer Widmung nachkommen.

Wir hoffen, daß wir damit dem Fortschritt auf unsere Weise gedient haben.

Bild 19: 220 kV-Tragmast einer Doppelleitung, vorerst mit einem System belegt, in Kantprofilbauweise

Fig. 19: 220 kV-Suspension tower for a double circuit line, presently used as a single circuit line, fabricated of cold roll formed sections



Dipl.-Ing. W. Probst
VÖEST-Stahlbau, Linz/Donau

Verzinktes Breit-Band-Blech

Von Prof. Dr. techn. Heinz B a b l i k †

Im Zuge der immer mehr fortschreitenden Automatisierung ist man in immer größerem Ausmaß dazu übergegangen, Blech nicht mehr in der Form von einzelnen Tafeln herzustellen, sondern in der Form von endlosen Bändern. Mit dieser Änderung der Herstellung ist aber nicht nur eine ganz wesentliche Steigerung der Erzeugung erreicht worden, sondern auch eine sehr ins Gewicht fallende Verbilligung bei der Herstellung von Blechen und auch, was sehr wesentlich ist, eine Qualitätsverbesserung. Aus technischen Gründen müssen diese endlosen Bänder, nachdem sie zunächst warm auf etwa 3 mm vorgewalzt werden, durch Beizen vom an der Oberfläche haftenden Zunder befreit und dann in kaltem Zustand auf die Endstärke heruntergewalzt werden. Dieses Endwalzen erfolgt mit großer Geschwindigkeit und liegt in der Größenordnung von etwa 100 m/min. Durch dieses Kaltwalzen erreicht man nicht nur wesentlich bessere Oberflächen als es früher beim Warmwalzen der Fall war, sondern auch viel bessere Dehnungen. Eine Dehnung von 35% ist bei kaltgewalztem Blech ohne weiters möglich. Aus all diesen Gründen ist es verständlich, daß daher die Herstellung von Blechen in den industriell fortschrittlichen Ländern in immer größerem Ausmaß auf die Herstellung der Bleche durch Bandwalzen übergeht.

Lange bevor aber noch diese Entwicklung eingetreten ist, ist bereits dazu übergegangen worden, auch die Verzinkung von Blech in Form von Bändern vorzunehmen. Es war 1931, als T. S e n d z i m i r in Polen eine Breitbandverzinkungsanlage mit 300 mm Breite mit allerdings sehr geringer Geschwindigkeit errichtete. Dieser folgte 1933 eine Anlage, die 700 mm breites Band verzinken konnte und 1934 eine solche, die sogar 1000 mm Band verzinken konnte. Alle diese Linien arbeiteten nur mit einer Bandverzinkungsgeschwindigkeit von einigen Metern/min. 1936 kam es zur Errichtung von Breitbandverzinkungsanlagen bei der Fabrik Fer de Maubeuge in Frankreich und bei John Summers & Sons in England, aber auch bei Armco in USA. Ab 1936 erfolgte dann in immer steigendem Ausmaß die Errichtung neuer Linien in den USA durch Armco, das dieses Verfahren außerordentlich entwickelt hat. Besonders durch den zweiten Weltkrieg ist die Ausbreitung dieser Art des Verzinkens sehr gefördert worden. John Summers & Sons errichteten 1948 die zweite Linie. Eine besondere Ausbreitung des Breitbandverzinkens erfolgte in Frankreich, das neben den USA auf diesem Gebiet führend ist. Dort gehören sechs Linien drei Gesellschaften und drei diesen verbundenen Konzernen. 1958 waren 59% der ganzen französichen Produktion an verzinktem Blech von Breitbandverzinkungsanlagen erzeugt, während es 1957 erst 36% waren. In Belgien arbeiten derzeit zwei Breitbandverzinkungsanlagen und eine dritte ist in Errichtung. Diese befinden sich bei den Phenix Works in Flemale. Den größten Anteil an verzinkten Bandblechen haben die Vereinigten Staaten, wo heute schätzungsweise 90% der Gesamterzeugung an verzinktem Blech von Bandverzinkungsanlagen kommen.

Übersicht über die bestehenden Breitbandverzinkungsanlagen:

Europa

Belgien	2
England	4
Frankreich	7
Italien	1
Luxemburg	1
Österreich	1
Westdeutschland	1

Übersee

Argentinien	2
Australien	1
Kanada	1
Südafrika	2
USA	34

Aus dieser Zusammenstellung ist deutlich abzulesen, welche Ausbreitung das Bandverzinken nimmt und daß es fast zwangsläufig üblich erscheint, daß, wenn eine Firma eine Anlage hat, sie sehr bald darauf eine zweite Anlage errichtet. Faßt man diese Aufzeichnung zusammen, so ergibt sich, daß in den USA und Kanada heute 35 Linien arbeiten, 6 Linien in Errichtung sind und für die unmittelbare Zukunft 4 weitere Linien gebaut werden. Von diesen Linien sind 37 Linien allein zur Ausführung von Verzinkungen geeignet, während auf 8 von diesen auch Aluminiumüberzüge hergestellt werden können.

In zeitlicher Folge ergibt sich die Errichtung der Anlagen wie folgt:

1938	1	1952	2	
1940	1	1953	4	
1946	1	1954	5	
1947	1	1955	7	
1948	1	1956	3	
1949	4	1957	2	
1950	1	1958	1	
1951	1	1960	6	geplant

Noch erstaunlicher ist die Entwicklung, die das Breitbandverzinken in Japan genommen hat, das ja überhaupt in der Stahlherstellung einen ganz hervorragenden Platz einnimmt. Nicht nur, daß Japan heute

der weitaus größte Schiffbauer der Welt ist, wird es binnen kurzem auch eine Rohstahlproduktion von 22 Mill. t im Jahr erreicht haben. Derzeit arbeiten in Japan vier Linien und eine steht unmittelbar vor der Eröffnung. Es sind das:

Yawata Iron & Steel Co. Ltd. – Tobata, Fukuoka – 1953, 1957

Fuji Iron & Steel Co. Ltd. – Hirohata – 1954

Nisshin Steel Works – Osaka – 1957

Daido Steel Sheet Mfg. Co. Ltd. – Amagasaki, Hyogo – 1960

Es sind durchwegs große Linien, die jede etwa 70 000 t pro Jahr verzinken. Im Hinblick auf den doch einmal kommenden ostasiatischen Markt haben folgende Firmen für die nachfolgenden Jahre die Eröffnung von weiteren Breitbandlinien geplant:

Fuji Iron & Steel Co. Ltd. – Muroran, Hokkaido – 1963

Kawasaki Steel Corp. – Chiba – 1962

Nakayama Steel Works – Tsurumi, Kanagawa – 1961

Nippon Kokan K.K. (Japan Steel & Tube Corp.) – Mizue, Kanagawa – 1961

Nisshin Steel Works – Osaka – 1962

Osaka Shipbuilding Co. Ltd. – Osaka – 1962

Sumitomo Metal Industries – Osaka – 1968

Tokai Iron & Steel Co. Ltd. – Nagoya, Aichi – 1963

Yawata Iron & Steel Co. Ltd. – Tobata, Fukuoka – 1961

Yodogawa Steel Works – Kure, Hiroshima – 1965

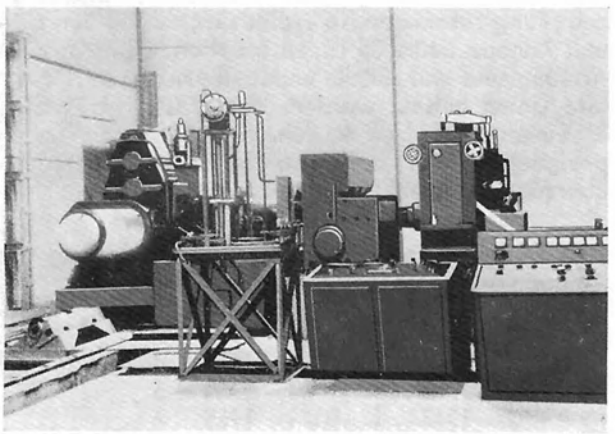


Bild 1: Auflaufhaspel

Fig. 1: Coiler

Durch T. Sendzimir ist nicht nur der Gedanke des Verzinkens des Blechs als Band, sondern auch eine ganz neue Art des Verzinkens eingeführt worden, so daß das Sendzimir-Verfahren zweifellos eine Pionierleistung und den größten Fortschritt darstellt. Eine wesentliche Verbesserung ist das Aufbringen der Verzinkung auf kaltgewalztem Band mit hoher Dehnung, wodurch eine viel bessere Biegefähigkeit des verzinkten Überzuges erreicht worden ist. Ein weiterer Vorteil dieser Art des Verzinkens ist das Legieren des Bades mit Aluminium. Dieses ist allerdings seit den Zwanzigerjahren in Mitteldeutschland zur Erzeugung von falzfähigen verzinkten Blechen allgemein üblich und offenbar von dort zum Sendzimir- Verfahren übernommen worden. Lange Zeit war in den USA der Zusatz von Aluminium zum Zinkbad verpönt. Neu ist auch die Verwendung von Elektrolytzink an Stelle von Hüttenrohzink bei der Verzinkung, doch ist auch diese Tatsache schon bei der Erzeugung von Crapo-Drähten, die außerordentlich gute Biegefähigkeit besitzen, bekannt gewesen. Eine grundsätzliche neue Leistung für das Verzinken ist die Vorbereitung des Bandes zum Verzinken. Diese bestand bisher aus der Entfernung der Zunderschichten durch Behandeln mit Mineralsäuren, also Salz- und Schwefelsäure. Dadurch wurden die größten Zundermengen vom Eisenuntergrund entfernt. Unmittelbar vor dem Zusammentritt von Eisenuntergrund und flüssigem Zink wurde durch ein Flußmittel, das sich entweder auf der Zinkbadoberfläche befand oder auf der Bandoberfläche, eine metallisch reine Eisenzinkoberfläche hergestellt, so daß die Diffusion beider Partner vor sich gehen konnte. T. Sendzimir hat nun diese beiden Behandlungsweisen vermieden, und zwar dadurch, daß er die Oxydschicht durch Wasserstoff reduziert. Der Wasserstoff selbst wird durch Cracken von Ammoniak erzielt. Dadurch, daß das Band, umgeben von einer Schutzgasatmosphäre, in das Zinkbad eingeführt wird, wird auch das Flußmittel erspart. Die Folge dieser Behandlung ist eine Ersparung der Beizsäure und des Flußmittels und darüberhinaus eine Einsparung an Zink, das eben sonst durch die Flußmittelreaktion verbraucht wird. Äußerlich ist diese Art der Behandlung dadurch kenntlich, daß sendzimirverzinkte Bänder relativ sehr große Zinkblumen haben. Das kommt davon, daß bei diesem Verfahren eben nicht so viele Kristallisationskerne gebildet werden wie beim Beizen und bei der Flußmittelbehandlung. Diese Schutzgasbehandlung ist nahe verwandt der Schutzgasglühung, die ja in der Eisen- und Metallwarenindustrie weitaus verbreitet ist. Als Neuerung ist von T. Sendzimir die Verbindung des Weichglühens mit dem Verzinkungsvorgang eingeführt worden. Durch das Kaltwalzen ist ja das kaltgewalzte Band sehr hart geworden und es muß durch anschließendes Glühen wieder weich gemacht werden. Das erfolgt beim Sendzimir-Verfahren so, daß das kaltgewalzte Band unmittelbar nach dem Kaltwalzen in die Verzinkungsanlage kommt und das Weichglühen gleich mit dem reduzierenden und Schutzgasglühen beim Verzinken verbunden wird. Das hat den Nachteil, daß die Verzinkungsgeschwindigkeit von Sendzimir-Anlagen nicht sehr groß sein kann und daß sendzimirverzinkte Bänder meist sehr hart sind. Im allgemeinen ist es so, daß deren Streckgrenze in der Größenordnung von 30 kg/mm² liegt und die Verzink-

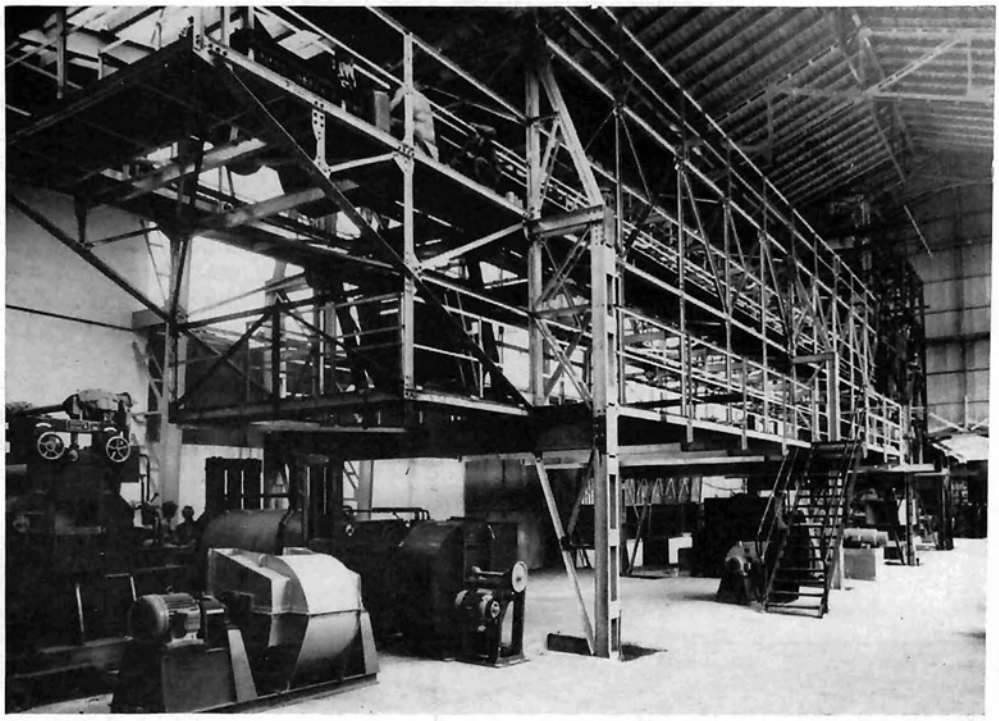


Bild 2:
Looper für das verzinkte Band

Fig. 2:
Looper for the galvanized strip

geschwindigkeit des Bandes etwa um 30 mm/min. Es gibt zwar auch Anlagen, die mit viel höherer Geschwindigkeit laufen, doch muß man deren Wirtschaftschaftlichkeit beachten.

Neben den Sendzimir-Anlagen gibt es auch andere Systeme, die sich im wesentlichen durch die Vorbehandlung unterscheiden. Das Cook-Norteman-Verfahren beispielsweise ist ein auf die Bandverzinkung abgewandeltes Blech-Verzink-Verfahren, wie es für Falzbleche in Mitteleuropa zur Anwedung kommt. Dieses Verfahren erlaubt sehr hohe Bandgeschwindigkeiten und diese liegen hier bei etwa 100 m/min. Auch die Zunderentfernung ist mehrfach abgewandelt worden, und zwar dadurch, daß man an Stelle der üblichen Durchlaufbeize Sprühbeizen verwendete, auch elektrolytische Abtragung wurde eingesetzt. Auch ist einmal Gasbeizung durch Salzsäuregase angewendet worden. Die mechanischen Einrichtugen dieser Anlagen sind sehr nahe verwandt, das sind insbesondere die elektrischen Antriebe, die durch sehr komplizierte Elektroschaltungen einen synchronen Lauf des ganzen Bandes durch die verschiedensten Arbeitsstellen sicherstellen. Eine besondere Vorsorge dabei gilt dem richtigen Gespanntsein des Bandes. Außerdem müssen noch Vorsorgen getroffen werden, daß das Band achsengenau läuft. Einer der Wege ist beispielsweise eine diesbezügliche Steuerung durch Druckluft und Ölhydraulik.

Die in Österreich laufende Anlage ist die einzige Breitbandverzinkungsanlage im Raum östlich von Duisburg – Hamborn, Straßburg – Genua bis nach Japan hin. Sie wurde speziell im Hinblick auf österreichische Verhältnisse errichtet, das besagt, daß sie zunächst nur eine Leistung von 35 000 t pro Jahr hat. In der Halle, in der sich diese Anlage befindet, ist aber bereits der Platz für eine zweite Breitbandverzinkungsanlage freigelassen. Die Anlage selbst befindet sich in einer Halle von 200 m Länge mit je einem Rohmaterialmagazin an der Einlaufseite und einem an der Auslaufseite. Die Halle hat eine Grundfläche von zirka 5000 m². Die größte Höhe der Halle ist 21 m. Die Halle hat selbstverständlich Gleisanschluß und es laufen in ihr vier Krane, jeder mit 12 t Tragkraft. Die Verzinkanlage selbst hat 160 m Länge und in ihr sind jeweils 500 m Band eingezogen. Zur Verwendung kommt ein kaltgewalztes Band, das die VÖEST in Linz liefert. Schon vor Jahren wurde ein eigenes Kaltbandgerüst aufgestellt und auch eine eigene Versuchsverzinkungsanlage errichtet. Auf beiden wurden die Walz- und Verzinkungsbedingungen erarbeitet, die zu einem guten, verzinkten Band führen. In verständnisvoller und entgegenkommender Zusammenarbeit mit der VÖEST wurde ein kaltgewalztes Band entwickelt, das nach der Verzinkung eine Streckgrenze von 17–20 kg gibt, das also teilweise noch weicher ist als warmgewalzte Tafelbleche. Damit ist dieses Breitband in der Weichheit qualitativ allen bisher auf dem Markt befindlichen Bändern weitaus überlegen. Diese gute Qualität geht nicht nur auf die Art der Verzinkung zurück, sondern auch auf die besondere Qualität dieses Bandes, das die VÖEST durch entgegenkommendes Eingehen auf unsere Intentionen entwickelt hat.

Gearbeitet wird mit 10–12 t coils, die in einer Vielpunktschweißmaschine aneinandergeschweißt werden. Die Coils werden entfettet und vorläufig im Durchlauf und in einer Sprühbeize gebeizt. Es wird ein Flußmittel verwendet und das Band daher in einem hohen Trockenturm getrocknet, bevor es in

das Zinkbad eintritt. In einem hohen Kühlturm wird nach der Verzinkung das Band gekühlt und nach der Nachbehandlung aufgewickelt. Das Band kann auch auf einzelne Tafeln zerschnitten werden. Da im allgemeinen das Band in Bunden von 300 m Länge geliefert wird, wird der große Bund nachträglich umgespult. Das Band zeichnet sich aber nicht nur durch sehr große Weichheit aus, sondern auch durch eine hervorragende Gleichmäßigkeit des Zinküberzuges.

Über die Verwendung von verzinktem Blech für Dachdeckungszwecke hinausgehend, ist dieses feuerverzinkte Band auch weitgehend für den Einsatz von anderen verzinkten Waren gedacht, wie beispielsweise Herstellung verzinkter Eimer direkt aus Band. Ebenso ist daran gedacht, verzinkte Bänder in weitestem Ausmaß zum Hausbau zu verwenden, wie das in Amerika der Fall ist. In Amerika wird verzinktes Band auch in sehr großem Ausmaß für die Bleche von Autokarosserien eingesetzt. Aus dieser Tatsache ist ersichtlich, daß das verzinkte Band Anwendungen erobert hat, die bisher undenkbar waren und es ist damit zu rechnen, daß sich die Kapazität dieser Anlage als sehr bald erweiterungsnotwendig erweisen wird.

Die Anlage wurde am 27. Oktober 1960 durch Herrn Bundeskanzler Dr. h. c. Ing. R a a b unter Teilnahme von Mitgliedern der Regierung und zahlreicher prominenter Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens eröffnet. Als Beweis der guten Planung und Ausführung dieser Anlage kann gelten, daß bereits ab dem vierten Coil, der die Anlage verließ, verkaufsfähiges Material erzeugt wurde. Es kann also auch als eine hervorragende Ausnahme dieser Anlage gelten, daß sie keinerlei Anlaufschwierigkeiten gehabt hat.

Bild 3:
Vorbereitungsteil

Fig. 3:
Preparation plant

Turbinenspiralgehäuse für das Kraftwerk Jurumirim

Von Eduard W a l z e l, Graz

1. E i n l e i t u n g

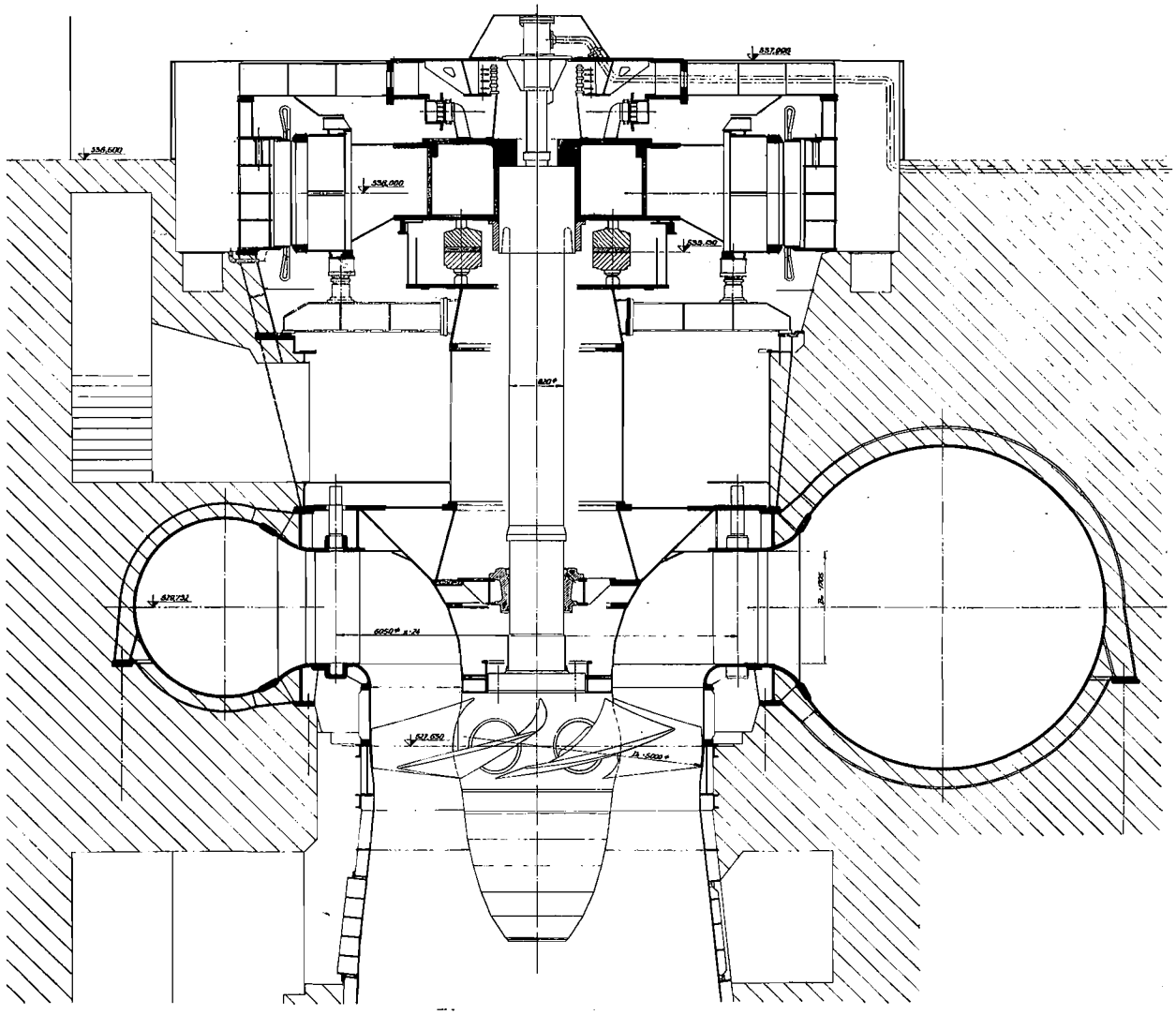
Für das Kraftwerk Jurumirim, Brasilien, liefert die österreichische Industrie zwei Kaplanturbinen von je 70 000 PS für eine Wassermenge von 165 m³/sec und eine Fallhöhe von 35 m. Bei Einheiten dieser Größenordnung ist mit etwa 25 m die Grenze für die Fallhöhe gegeben, oberhalb welcher zunächst wirtschaftliche, mit zunehmender Höhe aber dann auch zwingende technische Gründe für eine Ausführung der Einlaufspirale in Stahl sprechen.

Das Spiralgehäuse Jurumirim stellt mit 6 m Einlaufdurchmesser, einer größten horizontalen Ausdehnung von 26 m und einem Gesamtgewicht von 143 t ein zumindest für europäische Verhältnisse beachtenswertes Bauwerk seiner Art dar und dies möge zum Anlaß genommen werden, hier über einige technische Fragen zu berichten.

2. K o n s t r u k t i v e A u s b i l d u n g

Die Blechhaut der Spirale, die sich als dünne Schale unter Innendruck an den Stützschaufelring hängt, bil-

Bild 1



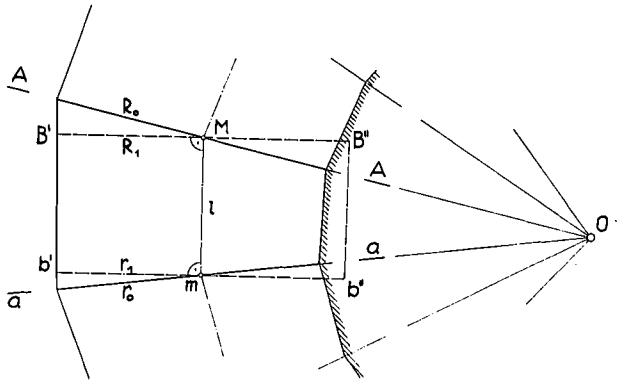
det mit diesem zusammen das Turbinenspiralgehäuse. In Bild 1 ist das gesamte Aggregat im Hauptschnitt dargestellt und man sieht, daß die 24 Stützschaufeln außer dem Hautzug der Spirale die gesamten Maschinenlasten, rund 600 t, und den Achsialschub der Turbine, etwa 700 t, zu übertragen haben. Sie werden allerdings durch die Vertikalkomponente des Hautzuges und durch den Wasserdruck auf den Turbinendeckel und auf den oberen Traversenring wesentlich entlastet.

Die beiden Traversenringe des Stützschaufelringes sind aus einzelnen Blechsegmenten zusammen mit den Stützschaufeln verschweißt und haben je vier Montagefugen mit Flanschverbindung. Die Haut besteht aus 31 streng kegelförmigen Blechsegmenten bis zu 22 m Dicke, die in vier Teilstücken bei der Ortsmontage miteinander verschweißt werden. Diese Teilstücke werden untereinander und mit dem Stützschaufelring durch Laschennietungen verbunden. Das Teilstück allerdings, das den sogenannten Sporn enthält, – es ist dies die Stelle, wo sich der Einlauf mit dem Spiralenende überschneidet –, ist mit dem Stützschaufelring unmittelbar verschweißt und der Nietstoß nach außen in das Einlaufrohr verlegt. Mit einer solchen Gestaltung erzielt man bei minimalen Störungen der Strömung an der Rohrwand durch hervortretende Verbindungsteile hinreichende Ausgleichsmöglichkeiten für die Schrumpfungen in den Schweißnähten während des Zusammenbaues.

Mit Rücksicht auf die umständliche Handhabung der sperrigen und schweren Blechschüsse der Spiralenhaut mußte darauf Bedacht genommen werden, daß die einzelnen Teile ohne wesentliche Nacharbeit zusammengebaut werden können. Insbesondere mußten die Blechzuschnitte auf Millimetergenauigkeit vorgegeben werden. Es sind nun zwei Arten üblich, die geometrische Form der Spiralenhaut festzulegen: Entweder man gibt die Verschneidungen zwischen den einzelnen Schüssen als Kreise vor – in diesem Fall weicht das Hautsegment etwas von einer Kreiskegelfläche ab –, oder man gibt die Form der Haut durch Kugeln vor, die den Verschneidungen zugeordnet sind und die je von den beiden angrenzenden Hautflächen berührt werden, in diesem Fall sind die Segmentflächen exakte Kreiskegel, deren Verschneidungslinie nachträglich zu bestimmen ist. Mit Hinblick auf die Möglichkeit einer korrekten rechnerischen Ermittlung der Zuschnitte entschied man sich bei der Spirale Jurumirim für die zweite Art, die Vorgabe durch Berührungskugeln.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Festlegung der Kugelmittelpunkte so, daß die zugehörigen Hautverschneidungen tatsächlich in die anschließenden regelmäßigen Fugen zwischen den Traversenringsegementen einlaufen, bei der erforderlichen Genauigkeit eine sehr zeitraubende geometrisch-rechnerische Ermittlung erfordert. Anderseits handelt es sich bei den Hautschüssen um Flächen sehr spitzer Kegel und um relativ kleine Segmentteilungswinkel, nämlich 15°. Unter diesen Umständen ist bei vorgegebenen Verschneidungskreisen die Abweichung der Hautfläche von der exakten Kegelfläche gering genug, um bei der Ermittlung der Blechzuschnitte mit zeitsparenden Näherungsmethoden das Auslangen zu finden. In diesem Zusammenhang sei auf eine Teilfrage der Zuschnittermittlung näher eingegangen, von der angenommen werden kann, daß sie nicht allgemein geläufig ist.

Bild 2



In Bild 2 ist ein Hautschuß mit den beiden Verschneidungskreisen A – A und a – a widergegeben. Die achssenkrechten Schnitte B'–B", bzw. b'–b" der Hautfläche sind keine Kreise, aber in guter Näherung als sehr völlige Ellipsen mit den Halbachsen R_0 und R_1, bzw. r_0 und r_1 anzusehen. Um die Abwicklung der Hautfläche zu bekommen, denkt man sich nun die Haut so zurechtgebogen, daß aus diesen Ellipsen Kreise gleichen Umfangs, also mit den Radien $R = (R_0 + R_1)/2$ bzw. $r = (r_0 + r_1)/2$ entstehen, ohne daß die Haut in ihrer Fläche verzerrt wird. Einer solchen radialen Deformation ist aber eine Abweichung des achssenkrechten Schnittes aus seiner Ebene zugeordnet, die bei der Ermittlung des Zuschnittes berücksichtigt werden muß, vor allem um die Möglichkeit von Kontrollmessungen während der Vormontage im Werk sicherzustellen.

Nach Gedankengängen, wie sie etwa Timoshenko [1], für die dehnungslose Deformation der Zylinderschale entwickelte, können wir die Auswölbung der Schnittebene folgendermaßen erfassen:

Die ursprüngliche, sehr völlige Ellipse sei in Polarkoordinaten näherungsweise angeschrieben:

$$\varrho = R - W_0 \cdot \cos 2\varphi \qquad (2.1)$$

Wird diese Ellipse in einen Kreis mit dem Radius R verformt, so daß insbesondere der Punkt B' nach $\overline{B'}$ gelangt, so tritt zu dieser Radialverschiebung W eine Tangentialverschiebung U, wenn keine Dehnung in Umfangsrichtung eintreten soll (Bild 3):

$$U = \int_0^{\varphi} \varrho \, d\varphi - R \cdot \varphi = W_0 \cdot \int_0^{\varphi} \cos 2\varphi \, d\varphi =$$

$$= -\frac{1}{2} W_0 \sin 2\varphi; \qquad (2.2)$$

Das Gleiche gilt für den unteren Schnitt b'–b":

$$u = -\frac{1}{2} w_o \sin 2\varphi;$$

Durch den Unterschied zwischen den Tangentialverschiebungen des oberen und des unteren Schnittes ergibt sich eine Verkantung der Erzeugenden und in der Folge eine Abweichung V bzw v der Schnittellipse aus ihrer Ebene:

$$V = -\int_o^{\varphi} \frac{U-u}{l} \cdot R\, d\varphi$$

$$= +\frac{R}{4l}(W_o - w_o)\cos 2\varphi; \qquad (2.3)$$

$$v = +\frac{r}{4l}(W_o - w_o)\cos 2\varphi;$$

Benützen wir noch die an Hand von Bild 2 festzustellenden Zusammenhänge,

$$W_o = \frac{1}{2}(R_o - R_1); \qquad w_o = \frac{1}{2}(r_o - r_1);$$

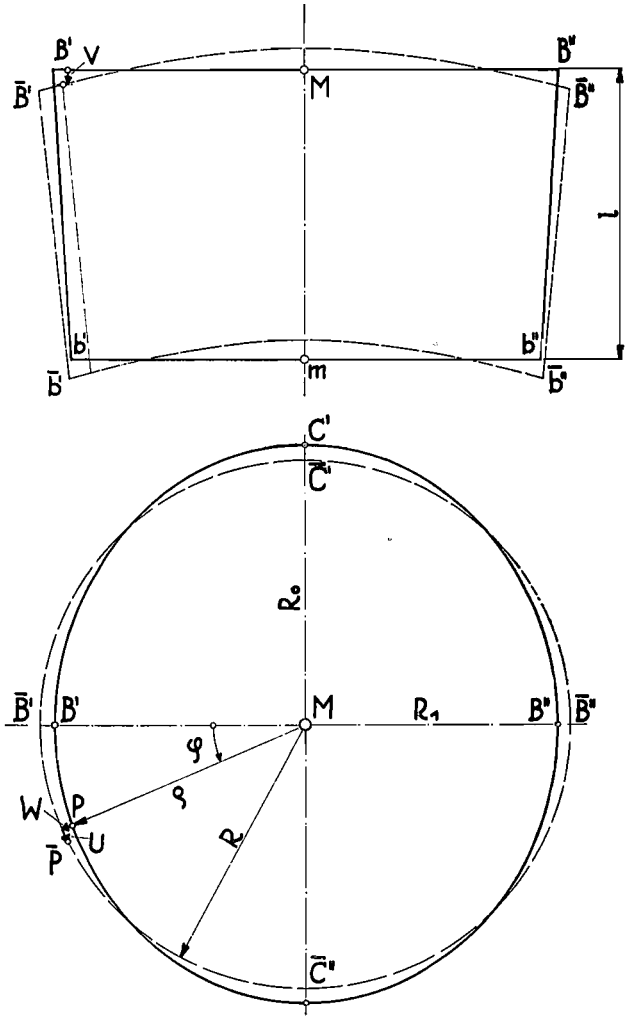
so erhalten wir:

$$V = \frac{R}{8l}[R_o - r_o - R_1 + r_1]\cos 2\varphi$$

$$v = \frac{r}{8l}[R_o - r_o - R_1 + r_1]\cos 2\varphi \qquad (2.4)$$

Unter Berücksichtigung dieser Verwölbung der ursprünglich ebenen Schnitte kann man nun die Hautfläche mit hinreichender Genauigkeit als Kreiskegel abwickeln.

Bild 3



3. Über einige Fragen zur Festigkeit

Der Festigkeitsberechnung des Spiralgehäuses liegt ein Konstruktionsdruck von 48 m, bzw. ein Prüfdruck von 72 m Wassersäule zugrunde. Damit sind auch die Druckstöße in der Leitung bei Abschaltvorgängen gedeckt.

Der Kräfteverlauf im Großen, freilich nicht die Spannungsspitzen, werden durch die Membranschalentheorie recht gut erfaßt, wenn die Spiralenhaut durch eine, den örtlichen Verhältnissen angepaßte Kreisringschale angenähert wird.

Für den Überdruck p ergeben sich die beiden Hauptspannungen in der Haut mit:

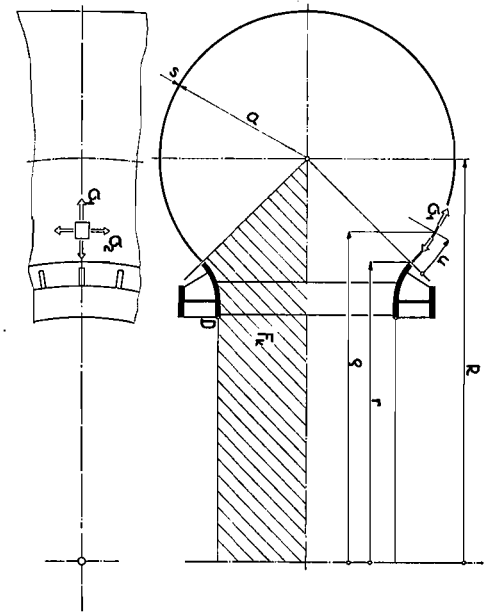
$$\sigma_1 = \frac{R+\varrho}{2\varrho}\sigma_o$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{2}\sigma_o \qquad (3.1)$$

$$\sigma_o = \frac{p \cdot a}{s}$$

Es ist weiterhin leicht nachzuweisen, daß die durch den Hautzug und den örtlichen Wasserdruck im Tra-

Bild 4



versenring sich aufbauende Längskraft L in folgender einfacher Form angegeben werden kann:

$$L = p \cdot F_k \qquad (3.2)$$

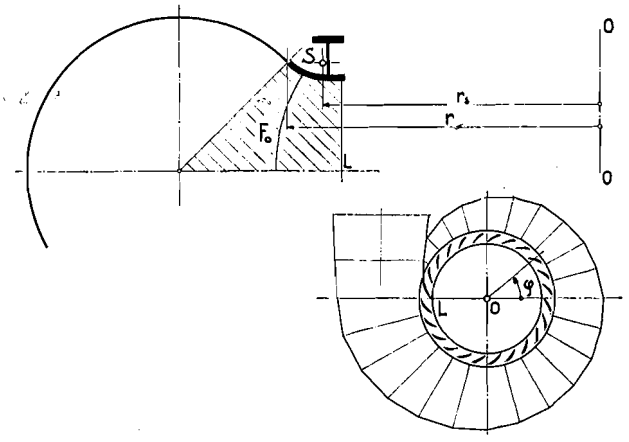
Hiebei ist die druckwirksame Fläche F_k durch den Radius durch den Spiralhautanschluß, den benetzten Umfang des Ringquerschnittes, die Horizontale durch den Dichtpunkt D, die Turbinenachse und die Spiralensymmetrieebene begrenzt, vergleiche Bild 4.

Umständlicher zu finden ist das horizontale Biegemoment im Traversenring, das sich aus der Veränderung des Spiralenquerschnittes ergibt. Wieder sei hier nur das Ergebnis mitgeteilt. Zählt man den Winkel φ entsprechend Bild 5 von dem, dem Sporn gegenüberliegenden Punkt und bezeichnet man als druckwirksame Fläche F_0 jene, die von dem Radius durch den Spiralhautanschluß, dem benetzten Umfang des Traversenringquerschnittes, der Spornlippe und der Spiralensymmetrieebene eingeschlossen ist, so gilt mit den Bezeichnungen nach Bild 5:

$$M = \frac{1}{2\pi} F_0 \cdot p\,(r - r_s)\,(\varphi - 2 \sin \varphi); \qquad (3.3)$$

$$-\pi < \varphi < +\pi$$

Bild 5



Soweit die Ergebnisse der Membrantheorie der Ringschale. Tatsächlich geben sie auch die Spannungsverhältnisse in der Spiralenhaut zufriedenstellend an, lediglich kann man damit die Spannungsspitzen nicht erfassen, die an den Unstetigkeitsstellen auftreten, an denen die freie Verformung der Haut behindert wird und durch diese Zwängungen zusätzliche Biegespannungen entstehen.

Eine derartige Zone ist der Anschluß der Haut an den Traversenring. Die Zusatzbiegespannungen in diesem Bereich wurden von Salzmann und Süß [2], mit der üblichen Näherungsmethode für die Biegetheorie der dünnen Rotationsschale untersucht. Es wird hiebei für die Berechnung die Rotationsschale örtlich durch eine angeschmiegte Zylinderschale mit der Erzeugenden in der Meridiantangente ersetzt. Die Ergebnisse stimmen mit entsprechenden Versuchswerten gut überein. Für den Fall vollkommener Behinderung durch einen starren Traversenring ergibt sich die Zusatzbiegespannung unmittelbar an der Nahtstelle mit den Bezeichnungen nach Bild 4 und der Bezugsspannung σ_0 nach (3.1) folgend:

$$\sigma_b = \pm\, \sigma_0\, [0{,}821 - 0{,}351\, \frac{R}{r}\,] \qquad (3.4)$$

Sie klingt mit einem Maß

$$b = 0{,}778\, \sqrt{s \cdot r_2} \qquad (3.5)$$

innerhalb einer Exponentialfunktion vom Argument u/b pendelnd, sehr rasch von der Störungsstelle weg ab.

Eine weitere Störung des Membranspannungszustandes stellt sich dadurch ein, daß die Spiralhaut nicht stetig in Form einer Ringschale gekrümmt ist, sondern aus einzelnen kegeligen Schüssen besteht und daher ein polygonales Gebilde mit vielen Verschneidungsgraten in Meridianebene bildet. Das Problem ist dasselbe wie jenes der Vieleckkuppel, die von Flügge [3], behandelt wurde. Eigentlich versagt die Membrantheorie der Schalen im Falle des Auftretens solcher Grate insofern, als bei ihrer Anwendung in der Gratlinie eine konzentrierte Längskraft L aufscheint, über deren Aufnahme durch das Hautblech nichts ausgesagt werden kann. Der Betrag dieser Gratkraft mit den Bezeichnungen nach Bild 6:

$$L = -\, p \cdot a^2\, \mathrm{tgw} \cdot \sin \varphi\, \sqrt{1 + \mathrm{tg}^2 w \cdot \cos^2 \varphi} \qquad (3.6)$$

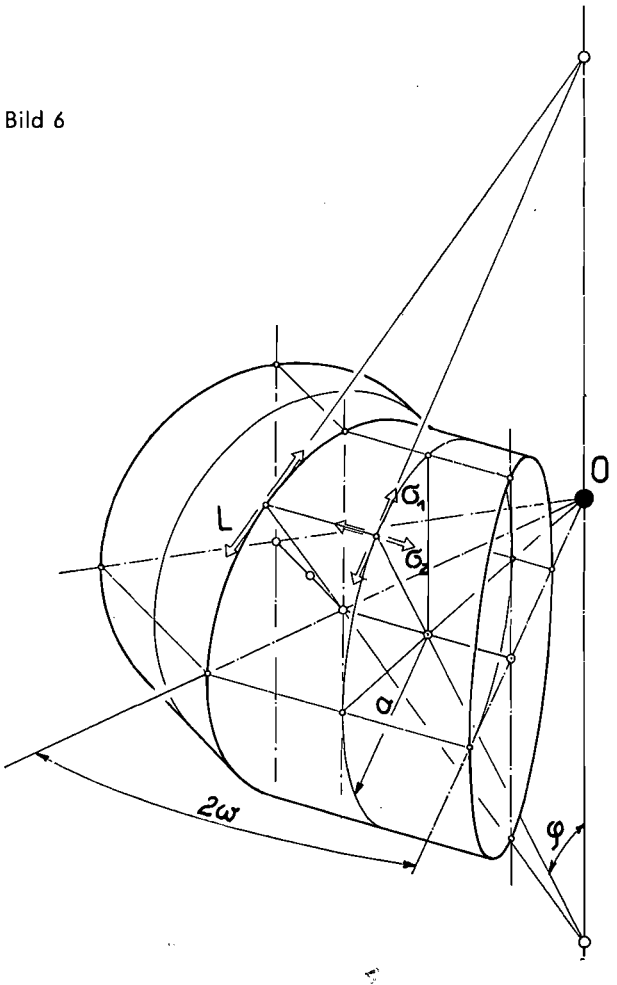
Tatsächlich werden vermöge der Biegesteifigkeit der Schale die benachbarten Zonen zum Tragen mit herangezogen und es handelt sich hier wieder um eine Frage, die mit der Biegetheorie der Zylinderschale behandelt werden kann. Miesel [4] zeigte, daß sich für nichtdrehsymmetrische Belastungen der Kreiszylinderschale der Anteil des zweiten Gliedes einer Fourierreihenentwicklung der Last in seiner Auswirkung auf den örtlichen Spannungszustand nicht von jenem des ersten Gliedes, eben der drehsymmetrischen Belastung unterscheidet. Nun ändert sich aber der Wurzelausdruck in Gleichung (3.6) nur wenig, so daß wir die Gratkraft als mit dem Sinus, also mit dem zweiten Fourierglied veränderlich ansehen können. Auf Grund der Miesel'schen Erkenntnisse können wir also wieder die Biegetheorie der achssymmetrisch belasteten Zylinderschale anwenden.

Eine der eben besprochenen Gratkraft L entsprechende umlaufende Längskraft wird im achssymmetrischen Fall durch eine radiale Last q auf einem Hauptkreis (Bild 7) hrevorgerufen:

$$q = \frac{L}{a}$$

Die Lösungen der Schalenbiegetheorie für diese Belastung sind bekannt und beispielsweise ebenfalls bei Timoshenko [1] zu finden:

Bild 6



$$\Delta\sigma_1 = \frac{L}{2\,bs} \cdot Y_1\left(\frac{x}{b}\right) + \frac{L}{3{,}67\,bs} \cdot \frac{2z}{s} \cdot Y_2\left(\frac{x}{b}\right);$$

$$\Delta\sigma_2 = \frac{L}{1{,}10\,bs} \cdot \frac{2z}{s} \cdot Y_2\left(\frac{x}{b}\right),$$

$$Y_1 = e^{-\frac{x}{b}}\left(\cos\frac{x}{b} + \sin\frac{x}{b}\right) \qquad (3.7)$$

$$Y_2 = e^{-\frac{x}{b}}\left(\cos\frac{x}{b} - \sin\frac{x}{b}\right)$$

$$b = 0{,}778\sqrt{a \cdot s}$$

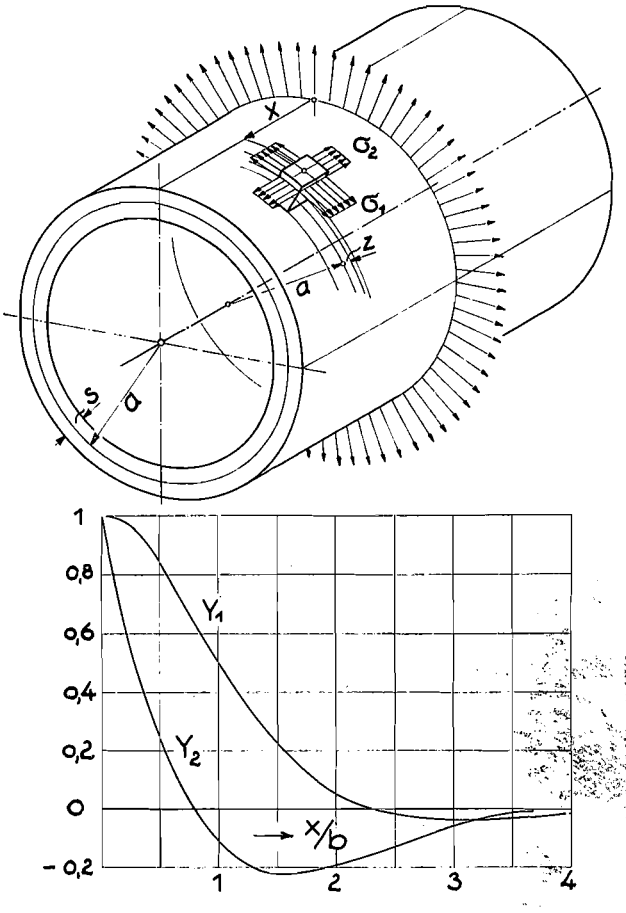
Dieser Anteil der Biegetheorie muß nun den Grundspannungen aus der Membrantheorie überlagert werden, die allerdings bei Berücksichtigung der tatsächlichen polygonalen Form der Spirale in einer gegenüber den Gleichungen (3.1) veränderten Form aufscheinen:

$$\sigma_1 = \sigma_0 = \frac{p \cdot a}{s}$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{2}\sigma_0\left[1 + \operatorname{tg}^2 w\,(1 - 2\cos^2\varphi)\right] \qquad (3.8)$$

Der örtliche Einfluß der Störungen durch die Gratkraft klingt in einem Abstand von 1,5 b von der Knickstelle auf etwa 25 %, in einem Abstand von 4 b auf etwa 2 % ab. Die Gegenüberstellung von Messungsergebnissen an Hosenrohren mit den rechnerischen Werten nach den eben angegebenen Gleichungen zeigte gute Übereinstimmung.

Bild 7



4. Werkstattausführung

Wie schon erwähnt, bestehen die beiden Traversenringe des Stützschaufelringes aus einzelnen Blechsegmenten, die untereinander und mit den Stützschaufeln zu den Ringvierteln verschweißt werden. Es versteht sich, daß dem durch die großen Nahtvolumina bedingten Schweißverzug, – die für die Schweißung maßgebende Segmentblechdicke beträgt 40 mm –, bei der Planung und Durchführung der Arbeit besonderes Augenmerk zugewendet werden mußte. In diesem Sinne wurden zunächst je zwei Stützschaufeln mit den dazwischenliegenden Blechsegmenten zu einer Einheit fertig verschweißt und mit den sich hiebei ergebenden Erfahrungswerten für den Schweißverzug diese Einheiten in die Ringviertel eingemessen und verschweißt. Für die nachträgliche Bearbeitung der Sitz- und Teilflanschflächen war 10 mm Zugabe vorgesehen. Die Schweißung wurde mit kalkbasischen Elektroden ausgeführt. Die Stützschaufelringe wurden vor der me-

chanischen Bearbeitung spannungsfreigeglüht, und zwar weniger aus Festigkeitsgründen, da der verwendete Baustahl St 37 T für diese Blechdicken schon beruhigt vergossen ist und ihm daher ein gewisses Abbauvermögen für die Spannungsspitzen auch auf die Dauer zugemutet werden kann, als viel mehr mit Rücksicht auf die Maßhaltigkeit während der mechanischen Bearbeitung. Während die Traversensegmentbleche durch Pressen im Gesenk in die erforderliche Form gebracht wurden, wurden die Schüsse der Spiralenhaut durch Rollen und Kanten für den Zusammenbau vorbereitet.

Um einen reibungslosen Ablauf der Ortsmontage sicherzustellen, muß das Spiralgehäuse im Werk vormontiert werden (Bild 8). Hierbei werden die Nietlaschen und Hautschüsse einseitig mit 1 mm Reibzugabe verbohrt. Bei der Ortsmontage werden zunächst die Rundnähte zwischen den einzelnen Spiralhautschüssen geschweißt, dann die Verlaschung mit dem Stützschaufelring genietet und schließlich die vier Rundlaschennietungen zwischen den Spiralhautvierteln durchgeführt und die Nietnähte verstemmt.

Zwecks Prüfung der Nähte auf Dichtheit wird das Gehäuse mit dem eineinhalbfachen Betriebsdruck abgepreßt. Die Abdichtung hiefür erfolgt durch einen zylindrischen Körper innerhalb des Stützschaufelringes einerseits und durch einen halbkugelförmigen Deckel anderseits, der in diesem Fall mit Rücksicht auf den zeitlichen Ablauf der Bauarbeiten an der Anlage in einigem Abstand vom Gehäuse in die Druckrohrleitung montiert ist. Selbstverständlich sind die entsprechenden Vorkehrungen in der Leitung schon vorgesehen, ein nachträglich improvisiertes Einbauen wäre nicht möglich.

Literatur:

1. Timoshenko, Plates and Shells. McGraw Hill, N. Y.
2. Salzmann und Süß, Escher-Wyss-Nachrichten, Sonderheft „100 Jahre Escher-Wyss".
3. Flügge, Statik und Dynamik der Schalen, Springer-Berlin.
4. Miesel, Festigkeit von Kreiszylindern mit nicht-achsensymmetrischer Belastung. Ing. Arch. I, (1929), S. 22–71.

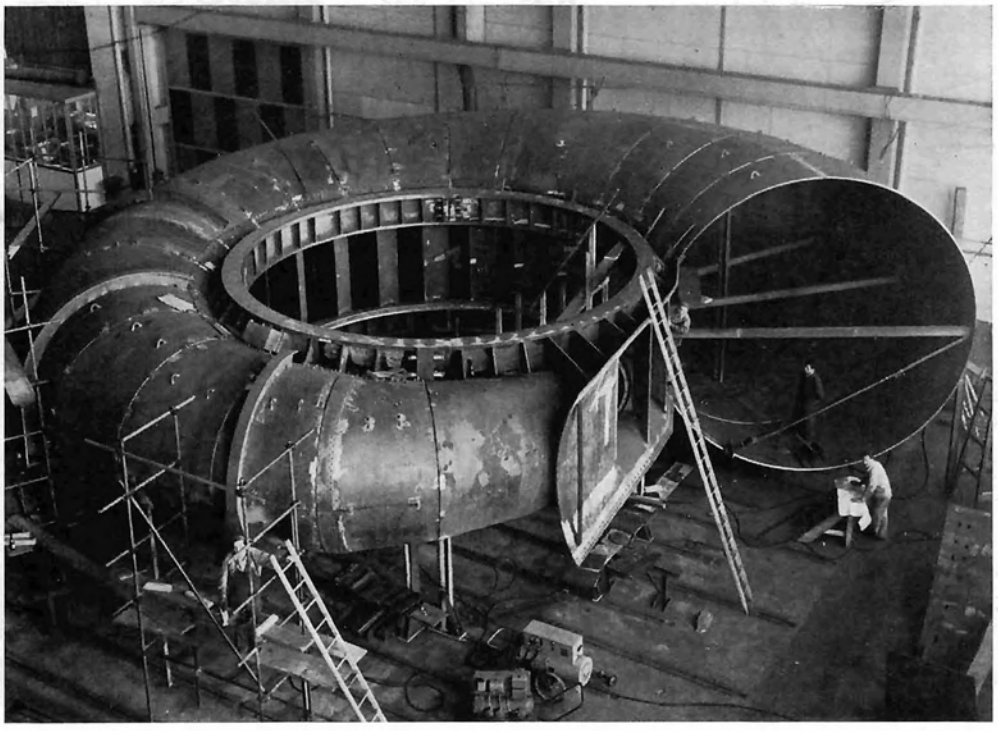


Bild 8

Dipl.-Ing E. Walzel,
Maschinenfabrik Andritz
Aktiengesellschaft, Graz.

Transportrationalisierung in der metallverarbeitenden Industrie

Von Dipl.-Ing. S. Monsberger, Wien

Rationalisierung ist ein heute viel gehörtes Schlagwort, über dessen wirkliche Bedeutung man oft nur viel zu wenig nachdenkt. Nichts anderes als „ratio", also die Vernunft, sollte bei Planung und Ausführung einer Idee oberster Leitgedanke sein. Dies ist sehr leicht gesagt – doch oft schwer auszuführen.

Es ist eine weit verbreitete Meinung, daß allein durch Mechanisieren der Fertigungsvorgänge und die Entwicklung zeit- und kräftesparender Produktionsmethoden alles für die Rationalisierung getan sei. Man glaubt, kaum eine Einsparungsmöglichkeit unbeachtet gelassen zu haben und sieht doch am Ende, daß zwar wohl die Produktivität der reinen Fertigungsvorgänge gestiegen, aber zu deren Vorbereitung, Durchführung und Überwachung zahlreiche neue Arbeitsplätze geschaffen werden mußten. Bei der großangelegten Jagd auf Sekunden übersieht man nur zu oft Stunden, die unter dem weiten Mantel der allgemeinen Betriebskosten versteckt – zufolge mangelnden oder unzweckmäßigen Einsatzes von Transportmitteln und dadurch bedingt, mehr oder minder holprigen Materialflusses – fast unbemerkt verloren gehen.

In den USA hatte man schon lange, bevor Henry Ford im Jahre 1913 die ersten Autos auf dem Fließband erzeugte, erkannt, daß auf dem Gebiet des Transportwesens bedeutende Einsparungen möglich sind. Bereits um das Jahr 1870 wurde in den Schlachthäusern von Chikago eine echte Fließfertigung eingerichtet. Die Schweine liefen dort mit eigener Kraft über eine schiefe Ebene in den 4. Stock einer Fabrik, wurden dort geschlachtet und nahmen, in ihre anatomischen Bestandteile zerlegt, unter dem Einfluß der eigenen Schwere ihren Weg bis ins Erdgeschoß in die Konservendosen. Man sagte damals, vom Schwein wird alles bis zur letzten Borste verwertet, auch sein Gewicht, nur nicht sein Quieken.

In Europa wurden die ersten Fließbänder im Jahre 1926 installiert. Zwar konnte man auf die in den USA gesammelten reichen Erfahrungen aufbauen; es dauerte aber bis zum Jahre 1950, ehe systematische Untersuchungen über den Materialfluß angestellt wurden. Dabei ergab sich, daß selbst in hoch industrialisierten Ländern der Anteil der Transportkosten in der Gesamtwirtschaft 10–15% in der Produktion 10–70% beträgt. Allein diese Zahlen beweisen, daß es notwendig ist, bei der Rationalisierung eines Betriebes nicht nur den Produktionsablauf, sondern auch das gesamte Transportwesen einer sorgfältigen Planung zu unterziehen.

So wie man in der Produktion die Leistungsfähigkeit eines Betriebes nicht einfach dadurch verdoppeln kann, daß man statt zwei Hände vier beschäftigt, weil es diese Hände nicht mehr gibt und man durch höhere Produktivität mit dem bisherigen Personalstand die erforderliche Leistung erreichen muß, ist man auch im Transportwesen gezwungen, geeignete Hilfsmittel zu suchen. Dabei findet man, daß Geräte wie Hubwagen, Gabelstapler und Stetigförderer ja schon seit Jahrzehnten bekannt sind und auch verwendet werden, daß es aber oft an zweckentsprechendem, wohlüberlegtem Einsatz fehlt.

In einem modernen Paketpostamt wird an Stelle der früher gebrauchten Handwagen ein System von Stetigförderern für das Verteilen und den größten Teil des Transportes der Pakete verwendet. Abgesehen von verschiedenen anderen Vorteilen und Einsparungen muß jetzt jedes Paket durchschnittlich nur mehr 3 m statt früher 16 m getragen werden. Diese pro Paket ersparten 13 m sind aber bei täglich 40 000 Paketen 520 km. Allein aus den Löhnen des für diese Marschleistung notwendigen Personals können die Anschaffungskosten der ganzen Anlage innerhalb 5 Jahren amortisiert werden.

Aber nicht nur durch Verringern des Personalstandes, auch durch Einsparungen zum Beispiel durch Verkleinern der Zwischenlager für halbfertige Waren, wird das für Investitionen notwendige Kapital frei. Durch ein wohlüberlegtes Transportsystem und sinnvolle Planung des ganzen Fertigungsablaufes konnten umfangreiche Zwischenlager in zahlreichen Fällen auf kleine Pufferlager reduziert werden, die nur einen Bruchteil des ursprünglichen Raumes benötigen und daher vielfach innerhalb der Produktionsräume untergebracht werden können. Wenn man bedenkt, daß für einen Lagerstand im Wert von 10 Mio. ö. S. im Jahr 10%, d. i. 1 Mio. ö. S an Zinsen aufzuwenden sind, bekommt man einen Begriff vom Umfang der allein aus diesen Ersparnissen möglichen Anschaffungen.

Natürlich setzt jede Rationalisierung eines Betriebes eine Mindesthöhe der Produktion voraus, denn es werden zwar durch Steigern der Produktivität die Arbeitsplätze besser ausgenützt, ihre Installations- und Betriebskosten steigen aber gleichzeitig an. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß zum Beispiel ein Arbeitsplatz an einer vollautomatisierten Walzenstraße im Ruhrgebiet bis zu 3,7 Mio. S kostet. In den USA wurde errechnet, daß die Einführung der Automation durchschnittlich 80 bis 100 000 Dollar je Arbeitsplatz verlangt, während für eine moderne, nicht automatisierte Fabrik ca. 20 000 Dollar je Arbeitsplatz notwendig sind. In besonders gelagerten Fällen kann aber die Automation den Kapitalbedarf je Arbeiter um das 20fache erhöhen.

Es steht außer Zweifel, daß ein derartiger Mehraufwand gewaltige Ansprüche an die Finanzkraft jedes Unternehmens stellt. Trotzdem muß aber heute, man könnte fast sagen um jeden Preis, rationalisiert und mechanisiert werden. Denn nur so ist es möglich,

den harten Konkurrenzkampf auf den Märkten in aller Welt zu bestehen. Nicht nur in Großbetrieben der Industrie, auch in Kleinbetrieben muß man sich daher überlegen, wie die Produktivität im Herstellungsprozeß gesteigert und durch welche Hilfsmittel eine Rationalisierung des Transportes erzielt werden kann. Die Arbeitskraft des Menschen ist heute viel zu wertvoll, als daß ihr Einsatz für Arbeits- und Transportleistungen, die Maschinen mehr oder minder selbständig und vielfach auch besser verrichten können, zu verantworten wäre.

Welchem Fördermittel – Kran, Flurförderer oder Stetigförderer – in einem bestimmten Fall der Vorzug zu geben ist, kann meist nur nach genauem Studium der Situation entschieden werden. Oft wird es auch nützlich sein, die den Betrieb vom Wareneingang bis zum Versand durchlaufende Transportkette aus Fördereinrichtungen verschiedener Systeme zusammenzusetzen, um jede Operation mit Hilfe der am besten geeigneten Einrichtung durchführen zu können.

Die für den Transport im Betrieb geeigneten Geräte können nach ihrer Arbeitsweise grundsätzlich in drei Gruppen unterteilt werden: Krane, Flurförderer und Stetigförderer.

Krane und Hebezeuge:

Hauptanwendungsgebiet der Krane ist das Heben von Einzellasten innerhalb des durch die Beweglichkeit des Fördermittels bestimmten Arbeitsbereiches. Die allen Bauformen gemeinsame, das Einsatzgebiet der Krane entscheidend bestimmende Eigenschaft ist das flurfreie Heben. Im Gegensatz zu Flurförderern wird das Hebeorgan (zum Beispiel Haken) von oben an die Last herangebracht und daher in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle kein Platz für das Fördermittel benötigt.

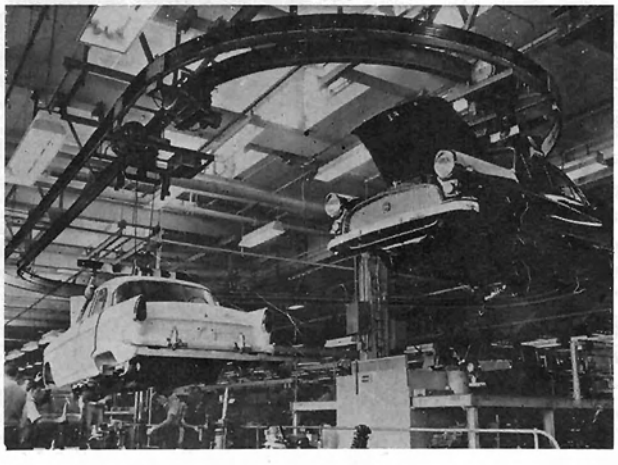


Bild 1: Elektrozüge mit Untergurtfahrwerk und getrenntem Traktionsgerät für den Transport von Autokarosserien zwischen zwei Fließbändern

Fig. 1: Electric hoists with underslung trolleys and separate traction units used in transferring car bodies between assembly lines

Aus der Vielzahl der Bauformen hat für das innerbetriebliche Transportwesen vor allem der Elektrozug Bedeutung. Ohne großen Aufwand kann man mit Hilfe dieses einfachen Gerätes vielseitig verwendbare Krananlagen und Hängebahnen für den diskontinuierlichen Transport verschiedenster Fördergüter aufbauen.

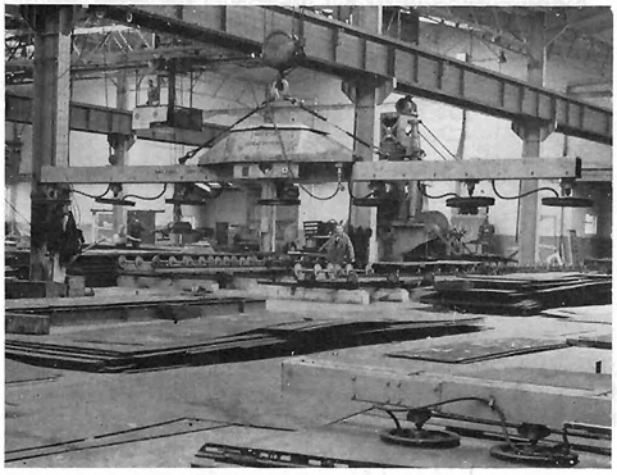


Bild 2: An einem Kran zu montierende Vacuum-Hubvorrichtung für Bleche

Fig. 2: Crane-suspended vacuum-pad lifting beam for plates

Bild 1 zeigt einen Elektrozug mit Untergurtfahrwerk ohne Antrieb, der durch Kuppelstange mit einem eigenen Traktionsgerät verbunden ist, in einer Karosseriefabrik von Ford – England. Der Elektrozug liegt seitlich der Fahrschiene, wodurch sich die außerordentlich gedrängte Bauweise ergibt. Die Stromzuführung für alle Operationen erfolgt durch die seitlich der Fahrschiene sichtbaren Schleifleitungen. Die Einrichtung dient zum Überstellen der Karosserien von einem Fließband zu einem anderen und arbeitet vollkommen selbsttätig, nur das Aufhängen und Abnehmen erfolgt unter Kontrolle.

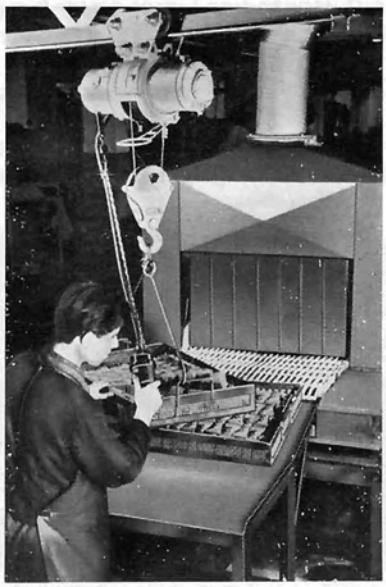
Eine Vacuumhubvorrichtung für Bleche, die an jedem Kran montiert werden kann, zeigt Bild 2. Mit 7 Saugnäpfen, die einen Durchmesser von je 400 mm haben, können insgesamt 4,5 t auf einmal gehoben werden. Besonders vorteilhaft sind Vacuumheber zum Abnehmen einzelner dünner Bleche von Stapeln; dies wäre zum Beispiel mit Hubmagneten überhaupt nicht möglich.

Bild 3 zeigt ein Kleinhebezeug beim Einfahren von Transportbehältern mit Kleinteilen in eine Beizanlage. Besser als jedes andere Beispiel zeigt dieses, daß es oft nicht so sehr darauf ankommt, eine Arbeitskraft einzusparen, als vielmehr durch eine handliche Vorrichtung ihre Leistungsfähigkeit zu steigern und die Arbeitsbedingungen zu verbessern.

Einen Stapelkran, den man auch als bodenfrei arbeitenden Gabelstapler bezeichnen könnte, zeigt Bild 4. In dem auf einer Laufkatze montierten Dreh-

Bild 3: Elektrozug zum Beschicken einer Beizanlage

Fig. 3: Electric hoist used in charging a pickling installation



kranz ist das Hubgerüst mit zugehörigem Elektrozug um 360° schwenkbar montiert. Ein Bedienungsmann kann vom Boden oder von einem Führerstand aus jede Hubbewegung und Fahrbewegung von Katze und Kran überwachen und steuern. Geringer Raumbedarf, Beweglichkeit ohne die Gefahr des Schwankens der Last und ausreichende Hubhöhe (ca. 10 m) im Verein mit großer Tragfähigkeit (bis zu 5 t) gestatten das Stapeln beachtlicher Mengen auf engstem Raum. Natürlich ist die Umschlaggeschwindigkeit nicht so groß wie die auf Flur fahrender Gabelstapler, zumal der Arbeitsbereich nicht größer als der Fahrbereich des Kranes sein kann und das Umladen auf andere Fördermittel kaum zu vermeiden ist.

Will man die Leistungsfähigkeit von Spezialgeräten der zuletzt beschriebenen Art voll ausnützen, muß man schon vor der Errichtung der Anlage eine Transportplanung aufstellen, denn nachträgliche Änderungen sind oft unmöglich oder mit großen Kosten verbunden. Anders liegen die Verhältnisse bei Flurfördermitteln. Wenn es auch hier zweckmäßig ist, den Materialfluß schon vor Aufnahme der Produktion festzulegen, sind doch nachträgliche Umstellungen meist ohne Änderungen an den Transportmitteln möglich und mit geringeren Kosten verbunden. Für vielfältige Transportwege und stark wechselnden Einsatz bieten Flurfördermittel größere Freizügigkeit.

F l u r f ö r d e r m i t t e l :

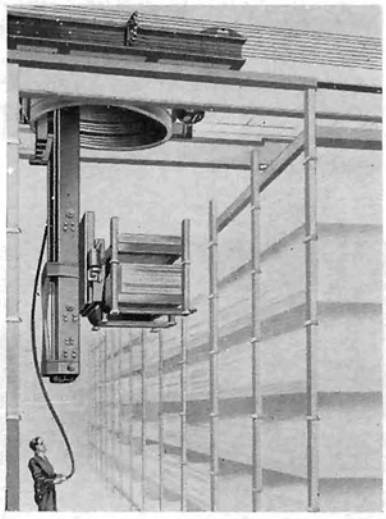
Grundsätzlich sind zwei Hauptgruppen zu unterscheiden: Gleisgebundene und gleislose Flurförderer. Von Bedeutung ist heute nur noch der gleislose Verkehr, der bei größerer Betriebssicherheit, niedrigeren Wartungskosten und vollkommener Freizügigkeit bei der Wahl der Transportwege bis zu 60 Prozent Einsparungen gegenüber dem Gleisverkehr möglich macht. Dabei ist berücksichtigt, daß für die meisten gleislosen Flurförderer einwandfreie Verkehrswege mit befestigter Fahrbahndecke erforderlich sind.

Von den gleislosen Flurförderern sind für den innerbetrieblichen Verkehr vor allem die verschiedenen Bauarten der Hubwagen und Gabelstapler interessant. Ihr bevorzugtes Arbeitsgebiet ist der Transport von Einzelstücken, Behältern oder Paletten über vielfältige Strecken und verschiedene Entfernungen, Be- und Entladen von Fahrzeugen und Aufbauen von Stapeln. Direkt abhängig von der Entwicklung dieser Fahrzeuge ist die Palettierung, denn ohne geeignete Transportmittel ist der Einsatz von Paletten unmöglich. Der spesenfreie Austausch von Paletten innerhalb der dem internationalen Palettenpool angeschlossenen Staaten und der begünstigte Transport palettierter Güter machen die Palettierung für weite Anwendungsgebiete interessant. Vor allem für den Transport und das Lagern sperriger und unhandlicher Stücke bieten Paletten mit oder ohne Zusatzgeräte vielfältige Möglichkeiten.

Erfordert auch die Bedienung eines Staplers oder Hubwagens nur einen Mann, so sollte man doch stets den Einsatz aller Fördermittel nach einem wohlüberlegten Plan von einer zentralen Stelle leiten, damit unnötige Leerfahrten und Wartezeiten vermieden werden und jedes Gerät mit bestem Wirkungsgrad arbeitet.

Bild 4: Stapelkran mit Palettenregal in einem Lager

Fig. 4: Stacking crane with pallet racking in a warehouse



Als Beispiel sei ein Betrieb, der sich mit dem Bau von Bürostahlmöbeln, Panzerkassen und Förderanlagen befaßt, erwähnt. Der ganze innerbetriebliche, zum großen Teil aber auch der außerbetriebliche Transport wurde auf Palettierung umgestellt. Innerhalb des Betriebes sind ständig etwa 1000 Paletten in der Größe 800 mm x 1200 mm und 500 Paletten der Größe 600 mm x 800 mm – zum Teil mit Aufsteckrahmen, so daß sich Behälter für Kleinteile ergeben – im Umlauf. Für den Transport finden 6 Gabelstapler

mit einer Tragkraft von je 1000 kg und 30 Stück hydraulische Handgabelhubwagen mit einer Tragkraft von je 1200 kg Verwendung. Darüber hinaus stehen 6 Elektrokarren für das Befördern von langen und sperrigen Teilen zur Verfügung.

Die Hubstapler besorgen nach genauem Programm oder vom Einsatzleiter gesteuert die Transporte über größere Entfernung und die Stapelarbeit. Die hydraulischen Handgabelhubwagen unterstehen jedem Abteilungsleiter in einer der Größe der Abteilung entsprechenden Zahl. Pro Jahr werden etwa 60 Prozent des Nettoliefergewichtes auf Paletten transportiert. Dabei werden gegenüber der ursprünglichen Transportmethode – Elektrokarren mit Beladen von Hand – etwa 66 bis 75 Prozent an Ladezeiten eingespart. Nicht zu unterschätzen sind auch die Vorteile, die sich durch die Entwicklung verschiedener Sondereinrichtungen ergaben. So werden zum Beispiel Späne und Abfallblech in Behältern gesammelt, die von den Gabelstaplern direkt in die Spänebunker entleert werden. Seit Einführen der Palettierung und Erstellen eines genauen Transportplanes konnten insgesamt 13 Arbeitskräfte eingespart werden.

Man unterscheidet grundsätzlich Hubwagen und Stapler. **Hubwagen** sind so konstruiert, daß der Schwerpunkt der Last immer innerhalb der durch die Räder gegebenen Unterstützungspunkte liegt. Sie können deshalb sehr leicht gebaut sein, müssen aber, damit auch Paletten und Regale unterfahren werden können, mit sehr kleinen Stützrollen ausgerüstet sein (Unterfahrhöhe zirka 85 mm); sie sind deshalb nur auf absolut ebenem Boden verwendbar. Sie sind sehr leicht beweglich und daher auch für beengte Platzverhältnisse gut geeignet. Es werden Hubwagen mit und ohne Motorantrieb gebaut. Die Hubvorrichtung arbeitet meist hydraulisch und wird entweder von Hand oder durch einen Motor betätigt. Motorgetriebene Hubwagen werden mit Fahrerstand oder als deichselgeführte Fahrzeuge ausgeführt. Man unterscheidet Nieder- und Hochhubwagen.

Bild 5: Auf Paletten geschichtete Maschinenteile und hydraulischer Handgabelhubwagen

Fig. 5: Machine parts stacked on pallets and hydraulic hand pallet truck

Niederhubwagen heben die Last nur so weit vom Boden, daß ein ungehinderter Transport möglich ist. Bild 5 zeigt das einfachste und billigste, aber gerade deshalb meist verwendete Gerät dieser Gruppe – den Handgabelhubwagen – beim Transport von Paletten mit Maschinenteilen. Die Tragfähigkeit ist zirka 1200 kg. Die Pumpe der hydraulischen Hubvorrichtung wird mit Hilfe der Deichsel betätigt. Der Einschlag der Lenkräder ist nach beiden Seiten fast 90°, so daß auch auf engstem Raum manövriert werden kann.

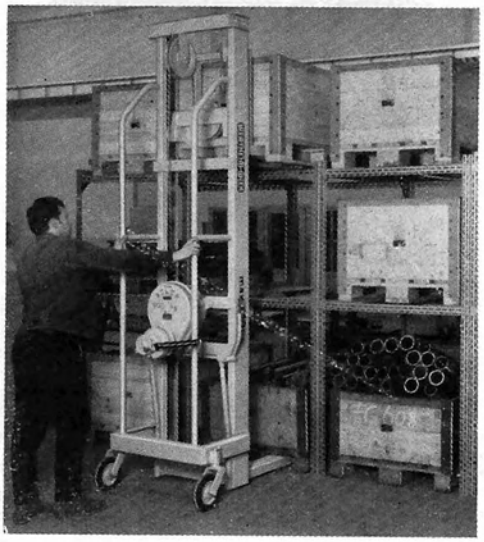


Bild 6: Mechanischer Handstapler und Palettenregal aus gelochten Leichtprofilen

Fig. 6: Mechanical hand pallet stacker and pallet racking made of slotted light metal sections

Hochhubwagen (Bild 6) werden weniger für den Transport als für das Heben und Stapeln von palettierten Lasten verwendet. Sie sind leicht und wendig, daher vor allem bei beengten Platzverhältnissen sehr nützlich.

Schubgabelstapler mit Schubrahmen (Bild 7) könnte man als Kreuzung zwischen Hochhubwagen und Gabelstapler bezeichnen. Sie vereinen die gedrängte Bauform des Hochhubwagens mit wesentlich besseren Fahreigenschaften. Die Last ruht nur während des Transportes innerhalb der Räder. Beim Aufsetzen und Absetzen wird der Mast in einer waagrechten Führung bis über das vordere Räderpaar geschoben. Da die Kippsicherheit mit vorgeschobenem Mast nur für den Stillstand ausreichen muß, können Schubgabelstapler leichter gebaut sein als Gabelstapler, wie sie überhaupt für weniger schwierige Einsatzbedingungen entwickelt wurden.

Gabelstapler (Bild 8) werden heute in den verschiedensten Größen und Ausführungsformen mit Elektro-, Diesel- oder Benzinantrieb gebaut. Die Last liegt hier immer vor der Vorderachse, erzeugt also ein Kippmoment, dem man durch Gewicht und Schwerpunktlage des Fahrzeuges entgegenwirken muß. Gabelstapler sind heute Dank ihrer Vielseitigkeit die meist verwendeten Flurfördermittel. Es gibt drei- und vierrädrige Fahrzeuge mit vollgummi- oder luftbe-

reiften Rädern mit einer Tragfähigkeit bis zu 50 t und einer Hubhöhe, die 6 m und mehr betragen kann.

Bild 7: Schubgabelstapler sind auch bei beengten Raumverhältnissen verwendbar

Fig. 7: Reach fork trucks can be used even in confined spaces

Zahlreiche Staplerausführungen wurden zur Lösung ungewöhnlicher oder schwieriger Transportprobleme entwickelt. Bild 9 zeigt einen Quergabelstapler, der die Last nicht quer vor der Front des Fahrzeuges sondern in Fahrtrichtung auf der Ladebrücke ruhend transportiert. So wird es möglich, auch sehr langes Fördergut, wie zum Beispiel Profilstahl oder Baumstämme so sicher wie auf einem Lkw zu befördern. Der Schubrahmen mit der Gabel ist seitlich ausfahrbar in der Mitte des Fahrzeuges montiert. Nach Aufnehmen der Last fährt der Schubrahmen wieder ein und die Last kann nun auf die Ladebrücke abgelegt werden. Fahrzeuge dieser Art werden, damit sie für den Straßenverkehr geeignet sind, meist mit luftbereiften, gefederten Rädern ausgerüstet. Um ein Neigen des Fahrzeuges und Beschädigungen des Fahrgestelles bei belastetem, ausgefahrenem Schubrahmen zu vermeiden, sind die im Bild sichtbaren, hydraulisch ausfahrbaren Stützfüße erforderlich. Das gezeigte Fahrzeug ist in der Lage, ein Gewicht von 15 t aufzunehmen und zu transportieren, wobei als größte Länge des Fördergutes zirka 15–20 m zulässig sind.

Während der Quergabelstapler trotz seiner Eignung als Straßenfahrzeug in erster Linie ein Stapler ist, handelt es sich bei dem in Bild 10 gezeigten Portalhubwagen in erster Linie um ein Transportmittel. Das Fördergut wird überfahren, durch Klemmbacken erfaßt, angehoben und so transportiert. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist sehr hoch, der Anwendungsbereich aber eng begrenzt.

Aus den gegebenen Beispielen ist zu erkennen, daß man Flurförderer nicht einsetzen wird, wenn ein Transport vollkommen selbsttätig ablaufen und allenfalls auch terminbestimmend auf einen Arbeitsvorgang, zum Beispiel in einer Fließfertigung wirken soll. In Fällen dieser Art wird man Stetigförderer verwenden.

Bild 8: Gabelstapler mit zusammenlegbarer Gitterboxpalette

Fig. 8: Fork truck with collapsible wire mesh pallet

Bild 9: Quergabelstapler für das Stapeln und den Transport von Langgut

Fig. 9: Side-loading fork-lift transporter for stacking and transporting long beams

Bild 10: Portalhubwagen für Langguttransport

Fig. 10: Straddle carrier for the transport of long loads

Bild 11: In Flur verlegter Schleppkettenförderer für Stückgut

Fig. 11: Floor-recessed chain conveyors for parts and packages

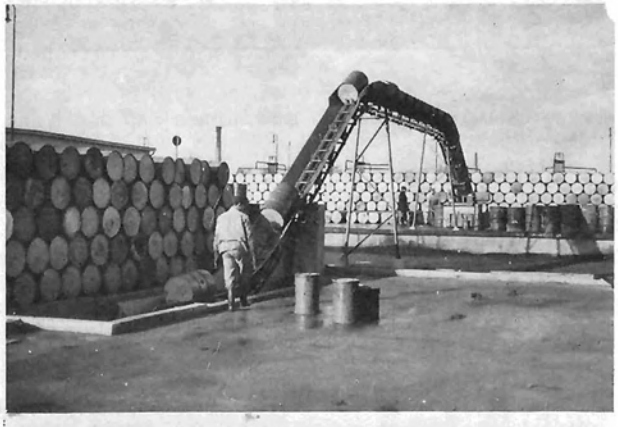


Bild 12: Schleppkettenförderer in einer Rinne aus Stahlblech verlegt für den Transport von Stahlfässern

Fig. 12: Chain conveyor with driving dogs mounted in a steel sheet trough, used for the transport of barrels

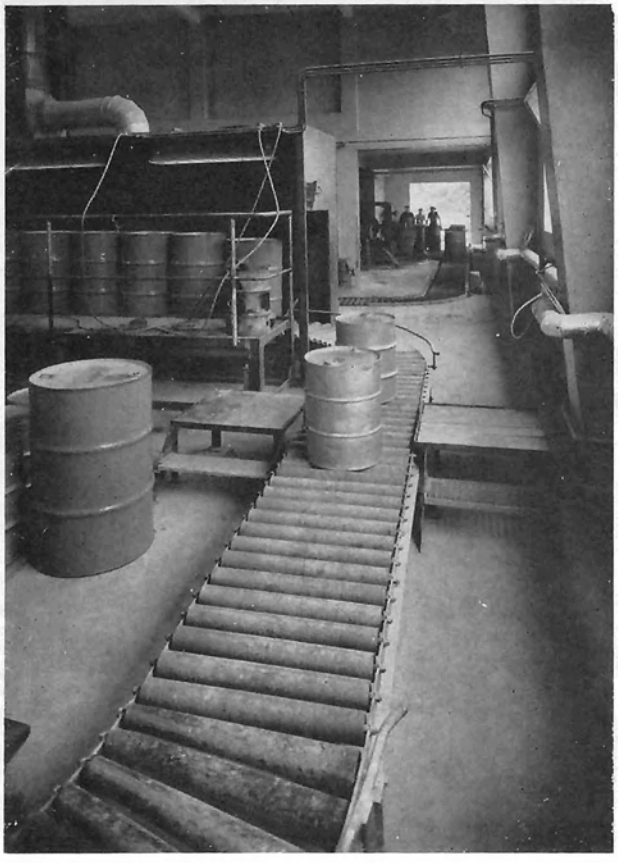


Bild 13: Rollenbahnanlage für Stahlfässer in einer Mineralölfabrik

Fig. 13: Gravity roller conveyor handling steel drums in a mineral oil factory

Stetigförderer:

Das Kennzeichen jedes Stetigförderers ist das unendliche, in sich geschlossene Fördermittel, das in gleicher Richtung einen umlaufend kontinuierlichen Materialfluß erzielen läßt. Wie in der Fließfertigung als wandernde Arbeitsplätze kann man Stetigförderer auch als Kontroll- und Verpackungstische oder als Durchlauflager verwenden. Tragbare oder fahrbare Einheiten sind zuverlässige Helfer beim Stapeln und Umschlagen von Massengütern. Wie kein anderes Transportsystem bieten Stetigförderer in einer Vielzahl von Bauformen die verschiedensten Möglichkeiten, so daß man wohl stets die am besten geeignete und billigste Lösung finden kann.

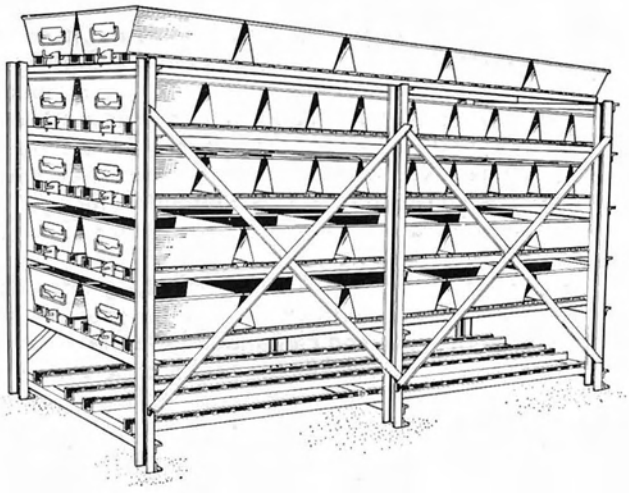
Als Bindeglied, gewissermaßen als Kreuzung zwischen Flur- und Stetigförderer kann man den **Schleppkettenförderer** bezeichnen. Ein vielseitiges Transportmittel, das nicht nur zum Schleppen von Fahrzeugen und zum Transport von Montagestellen oder ganzen Werkstücken, wie zum Beispiel Autokarosserien verwendbar ist. Bild 11 zeigt ein System, dessen Kettenführungen so verlegt sind, daß das Fördergut auf den Ketten ruhend transportiert wird. Sehr einfach lassen sich mit diesem System auch schwierige Förderstrecken mit Weichen und Abzweigungen beherrschen.

Für ein ungewöhnliches Transportproblem wurde der in Bild 12 gezeigte Schleppkettenförderer entwickelt. Leere Stahlfässer mit 200 l Inhalt, wie sie für Mineralölprodukte verwendet werden, müssen vom Lagerplatz über eine Fahrstraße zur Waschanlage gebracht werden. Am besten entsprach eine Rinne in selbsttragender Stahlkonstruktion, deren Boden als Führung für die Schleppkette dient. Um einen zwangsläufigen Transport der Fässer auch über die Steilstrecken zu gewährleisten, tragen die Gleitschuhe der Kette Mitnehmer.

Eines der ältesten und wichtigsten Hilfsmittel für den Transport schwerer Lasten ist die Rolle. Ihre Bedeutung ist auch heute umfassend. In einfachster Anwendung ist sie als **Schwerkraftrollenbahn** einer der wichtigsten Stetigförderer.

Bild 14: Schema eines Durchlaufregals für Kleinbehälter. Als Fahrbahnen der Behälter dienen Rollschienen

Fig. 14: Pans moving on roller ways in a special work pan rack



Wie schon der Name sagt, bezieht eine Schwerkraftrollenbahn ihre Antriebskraft aus der auf das Fördergut wirkenden Schwerkraft, also dem Höhenunterschied zwischen Anfang und Ende der Förderstrecke. Unter normalen Bedingungen – Fördergut mit ebener Grundfläche vorausgesetzt – genügt ein Gefälle von etwa 2–5 %. Trotz des relativ geringen Niveauunterschiedes zwischen Aufgabe- und Abgabestelle kann man natürlich nicht beliebig lange

Bild 15: Gurtbandförderer für den Transport von Postpaketen. Die Förderstrecke verläuft hufeisenartig (Umlenkung zweimal 90°)

Fig. 15: Belt conveyor for the transport of parcels in a post office. The conveyor is laid out in the shape of a U (2 directional changes of 90° each)

Förderstrecken allein mit Schwerkraftrollenbahnen überwinden. Man muß daher den entstandenen Höhenverlust mittels angetriebener Rollenbahnen, Schleppketten-, Plattenband- oder Gurtbandförderer, wieder ausgleichen. Bild 13 zeigt das Zusammenarbei-

Bild 16: Magnetbandförderer von Rapistan für die Steilförderung von Eisenteilen. Über die ganze Förderstrecke ist unterhalb des oberen Gurttrums ein System von Dauermagneten angeordnet, durch die Eisenteile gegen die Gurtoberfläche gepreßt und so mitgenommen werden

Fig. 16: Rapistan magnetic belt conveyor for steep-angle transport of metal parts. Permanent magnets that are spaced under the entire length of the carrying run are arranged in such a way that the metal parts are drawn tightly against the belt and thus carried along

ten von Rollenbahnen mit und ohne Antrieb in der Faßwäscherei einer Schmiermittelfabrik. Im gezeigten Beispiel erfolgt der Antrieb durch Rollenketten, die seitlich unter einer Führung laufen, und Kettenräder, die direkt auf den Rollen montiert sind. Auch Bogenstücke können auf diese Art angetrieben werden. Sehr leichte Rollenbahnen wird man durch unterhalb der Förderstrecke laufende Gurten, sehr schwere durch Rädervorgelege oder überhaupt direkt durch Getriebemotoren antreiben.

Rollenbahnen kann man auch sehr gut als Durchlaufregale (Bild 14) verwenden. Einrichtungen dieser Art sind vor allem dann nützlich, wenn das zu stapelnde Gut immer an der gleichen Stelle anfällt und erst nach einer bestimmten Lagerzeit wieder entnommen werden soll. Abgesehen vom Vorteil einer vorgegebenen Durchlaufrichtung, ergibt sich bei Lagern dieser Art auch ein verhältnismäßig geringer Bedarf an Grundfläche.

Wollte man Stetigförderer nach der Häufigkeit ihrer Verwendung einteilen, müßte man die **Gurtbandförderer** wohl unter die ersten reihen. Ihr Hauptanwendungsgebiet ist natürlich der Transport von Schüttgut. Nicht geringer aber ist ihre Bedeutung in einer Vielzahl von Bauformen als Fließförderer, wandernde Arbeitstische und Fördermittel für große Mengen sehr unterschiedlichen Stückgutes (Bild 15 und 16).

Überall dort, wo die Art der Belastung oder des Fördergutes Gurtbandförderer als nicht geeignet erscheinen läßt, wird man **Plattenbandförderer** verwenden. Geräte dieser Art können für besonders aggressives Schüttgut (Bild 17), aber auch als Montagebänder und, da sie gegen Wärme weitgehend unempfindlich sind, auch als Standbahnen in Gießereien (Bild 18) verwendet werden.

Zum Schluß soll noch der wegen seiner Raumbeweglichkeit interessante, Anwendungsgebiete erschließende **Kreisförderer** an Hand einiger Beispiele erklärt werden.

Bild 17: Stahlplattenbandförderer für den Transport von Metallspänen. Die Stahlplatten greifen scharnierartig ineinander, so daß Beschädigungen durch eingeklemmtes Fördergut unmöglich sind

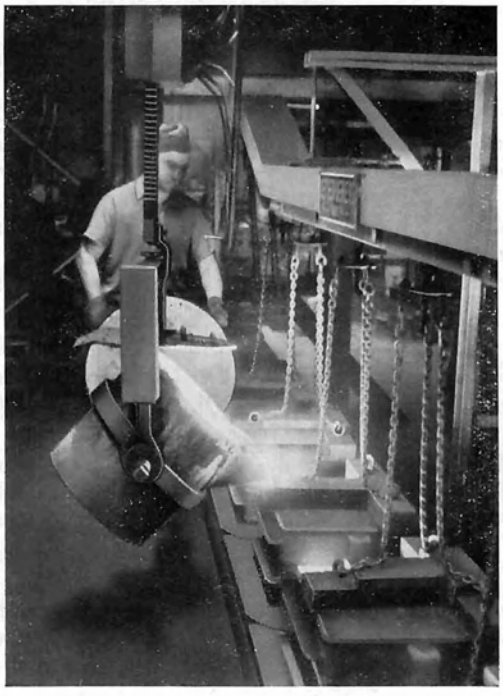
Fig. 17: Steel apron pan conveyor for the transport of metal shavings. The fact that the steel pans mesh like hinges precludes any damage liable to be caused to the apron by material caught in the links

Bild 19 zeigt eine leichte, mit einem Seil als Zugmittel arbeitende Anlage, die als Zubringer und wanderndes Lager für beiderseits der Förderstrecke stehende Bearbeitungsmaschinen dient. Der in Tischhöhe liegende Gurtbandförderer sammelt die fertigbearbeiteten Teile und bringt sie zur Kontrolle.

Ein mit einer Rundgliederkette arbeitendes System in einer Fahrradfabrik zeigt Bild 20. Man kann deutlich das Führungsrohr und die darin laufenden Tragrollen der Gehänge, die hier als Traggestelle für Fahrradteile ausgebildet sind, erkennen. Kurven in

Bild 18: Standbahn für Formkasten in einer Gießerei

Fig. 18: Circular plate conveyor for mould boxes in a foundry



waagrechter Ebene erfordern bei den bisher beschriebenen Systemen Umlenkräder oder Stützrollen entlang der Führungsschienen.

Bild 21 zeigt einen mit Kreuzgelenklaschenkette ausgerüsteten Kreisförderer in einer Metallwarenfabrik. Dieses System gestattet, da die Kette mit Rollen waagrechter und senkrechter Achse innerhalb des Führungsrohres läuft, beliebiges Umlenken in waag-

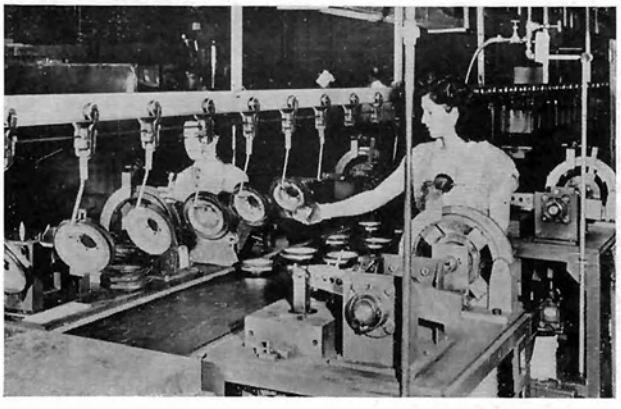


Bild 19: Leichter Kreisförderer als Zubringer und wandernder Speicher, Gurtbandförderer für den Abtransport von Werkstücken in einer Fließfertigung

Fig. 19: Light-duty overhead conveyor used as a feeder and travelling storage unit. Belt conveyor for the transport of components in assembly line production

rechter oder senkrechter Ebene allein durch gekrümmte Führungsrohre. Die Gehänge des dargestellten Förderers sind mit einem Schnellverschluß ausgerüstet, der mit einem Handgriff Anhängen oder Abnehmen auf Flur verfahrbarer Transportbehälter gestattet. An den Aufgabe- bzw. Abgabestellen wird der Förderstrang so weit heruntergeführt, daß die Transportbehälter auf Flur laufen und ohne Schwierigkeiten die Schnellverschlüsse der Gehänge betätigt werden können.

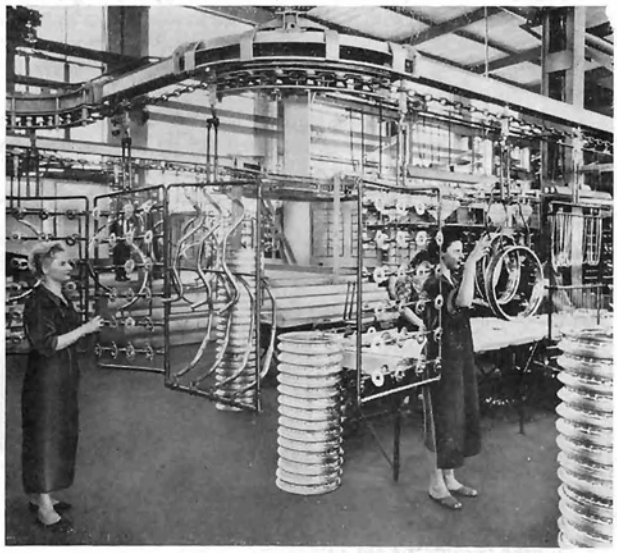


Bild 20: Kreisförderer mit Rundgliederkette in einer Fabrik für Fahrradteile

Fig. 20: Overhead chain conveyor with round link chain in a factory manufacturing bicycle parts

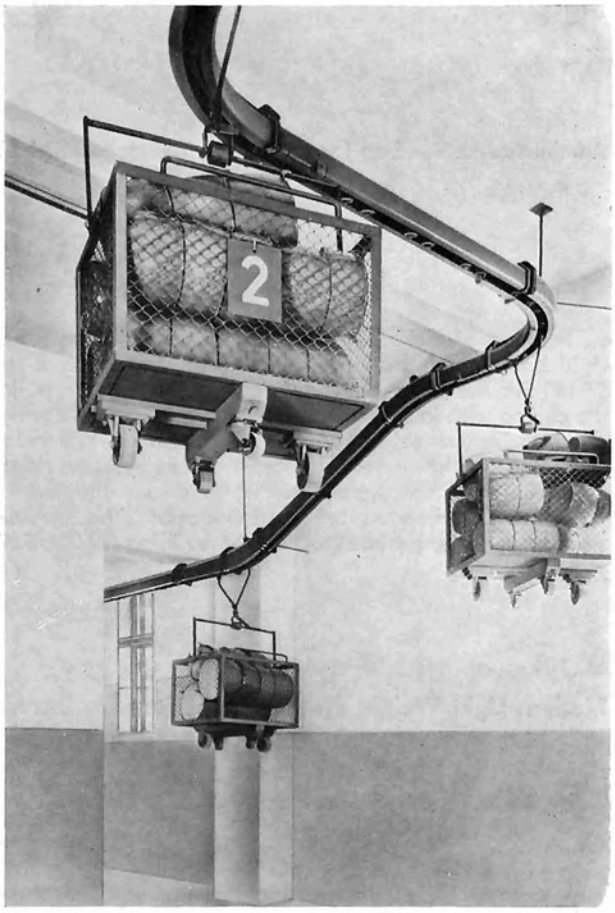


Bild 21: Kreisförderer mit Kreuzgelenklaschenkette in einer Metallwarenfabrik

Fig. 21: Overhead chain conveyor with transversely jointed fish-plate chain in a metal goods factory

Sehr leicht können Kreisförderer mit Abwurf- oder Übergabeeinrichtungen verschiedenster Art ausgerüstet werden. Man kann zum Beispiel die Gehänge kippbar machen oder als Greifer ausbilden und das Aufnehmen bzw. Abwerfen durch eine einstellbare Steuerschiene oder auch elektronisch, zum Beispiel über Lochkarten, einleiten. Derartige Einrichtungen sind besonders für wandernde Lager oder Zubringer zu Fertigungsstraßen, die genau auf den Arbeitstrakt der Produktion abgestimmt werden müssen, vorzüglich geeignet.

Eine Abart der Kreisförderer sind die **Power- and -Free-Förderer,** die mit einer Kombination zwischen Hängebahn und als Schleppkettenförderer verwendetem Kreisförderer verglichen werden können (Bild 22). Förderer dieser Art haben vor allem in Automobilfabriken, wo es vielfach darauf ankommt, Werkstücke wie zum Beispiel Karosserieteile von einem Montageband auf ein anderes zu übertragen, ein weites Anwendungsgebiet gefunden. Ein- und Auskuppelstationen, Weichen, Übergabeeinrichtungen und Speicherstrecken machen den Power- and Free-Förderer für die Fließarbeit zu einem oft unentbehrlichen Hilfsmittel.

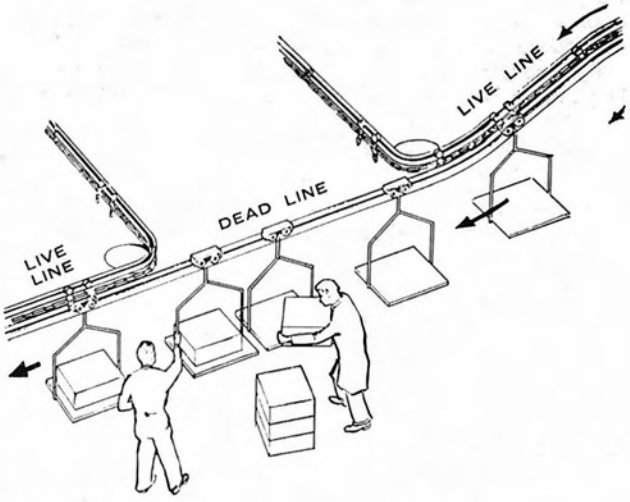


Bild 22: Schema eines Power- and -Free-Förderers

Fig. 22: The principle of a power-and-free conveyor

Bildnachweis: Bilder 1, 2, 4, 9, 11, 14, 16, 17, 22 Verfasser.
Bild 3 Freissler, Wien.
Bilder 5, 6, 8, 10, 12, 13, 15, 18–21 Wertheim-Werke A.G., Wien.
Bild 7 Conveyancer, England.

Dipl.-Ing. Sepp Monsberger,
Wertheimwerke A. G., Wien

Extracts

Administration Building for the Alpine Montangesellschaft

by Dl. G. Deutschmann, Zeltweg . . . . . Page 1

The basis of the building forms the sub-basement of a rigid box type design consisting of the foundation plate 0,9 m thick, the basement side walls and the partition walls, the ceiling with lateral ribs all of them made in reinforced concrete. A channel shaped concrete core 5 x 12,5 meter was added in the center of the multi storey building rising upon the rigid box type basis which allows the lateral forces to be diverted to the foundation. The outside stanchions of the ground floor of the building (22,5×15 m) are made of steel grade St-37 T of box type design 400 x 400 mm and filled with reinforced concrete, whereas the outside stanchions for the following each 3 floors and the inside stanchions are made of I beams of the new PE production program of the Alpine Montangesellschaft.

The stanchion joints are formed by welded and surface treated end plates, which are connected by means of high tensile bolts.

The front of the building will be made of curtain walls.

Modern Light Weight Steel Constructions for Branche Lines

by Dl. W. Probst, Linz/Donau . . . . . Page 7

In some fields of engineering the structural engineer today is meeting strong competition particulary from concrete constructions in civil engineering. The call for more economic steel constructions became apparent. This was true also with reference to steel lattice towers for transmission lines. It is here where the application of light weight steel constructions offers the possibility for a great deal of savings. The choice of sections and the application of modern production methods offers a maximum of light weight construction without imparing the required safety. Depending on the prevailing problems of buckling, not only the cross section but also its shape has to be taken into account when rating the individual sections.

Angles made of plate strips bent along its longitudinal axis are used to adventage for obtained the desired reduction in the thickness of the sections. Having the possibility of selecting any width of strips, a successive row of sections is available as compared to rolled sections, permitting angles to be made with shanks with an inclination of 60° without difficulties. Such cold roll formed angles show considerably better values for the minimum radius of gyration and thus – when rating buckling conditions – permit saving in weight of the tower diagonals up to 50 %. This means that the weight of the tower can be reduced and comparatively light.

The light weight tubular steel pole is another example in finding a solution for light weight steel construction for towers up to 25 kV lines, ligthing poles and advertising poles. Made of low gauge steel sheets with elements being put one in another, this light weight tubular steel pole offers ideal features with regard to operating, storage and transportation conditions.

The cost for foundation of transmission towers can appreciably be reduced. The use of a steel grillage foundation requires no water, cement and aggregates at site and hence keeps the installation cost at a low level.

Galvanized steel strips

by Prof. Dr. techn. Heinz Bablik † . . . . . Page 19

After reviewing the plants for galvanizing strips installed in Europa and overseas countries, the article deals with the first plant of this kind recently erected in Austria. The length of the continuous strip passing through the galvanizing plant is approx. 500 meter.

The plant is provided with a control by which the speed of the strip can be synchronized and automatically regulated. The movement of the strips in longitudinal direction is being operated by hydraulically pneumatic control.

Turbine spiral casing for the Jurumirim power station

by Dl. E. Walzel, Graz . . . . . Page 23

For the power station Jurumirim in Brazil two Kaplan turbines each 70 000 PS for a 165 m³/sec. waterflow and a head of 83 m were supplied by the Austrian industry. The spiral casing has an intake diameter of 6 m and its largest horizontal dimension amounts to 26 meter. The overall tonnage is given with 143 tons.

In the following the article deals with details in design, and problems in static and erection.

Rationalism in transportation for the metal fabricating and processing industry

by Dl. S. Monsberger, Wien . . . . . Page 29

After a brief historic review in the field of transportation up to the modern assembly line, the author comes to the conclusion that the share in transportation in the total economy even in highly industrialized countries amounts to 10–15 %, and in production 10–70 %.

The figures proof that careful attention should be paid to rationalization in the factory not only in the processing line but also to the whole transportation system.

The equipment used for transportation is devided up into cranes. floor conveyors and continuous conveyors.

Mitteilungen des Österreichischen Stahlbauverbandes

Bei der Hauptversammlung des Österreichischen Stahlbauverbandes, die am 24. März 1961 unter dem Vorsitz von Herrn Oberingenieur Dipl.- Ing. R. Balatsch (SGP) stattfand, wurde nachstehender Tätigkeitsbericht über das Jahr 1960 erstattet:

1. Technische Fachausschüsse

Aus der Tätigkeit der zahlreichen Technischen Fachausschüsse, die der Österreichische Stahlbauverband unterhält, ist als Wesentlichstes zu berichten:

a) Arbeitsausschuß St 55 S

Dieser Ausschuß hat seine Arbeit unter dem Vorsitz Sr. Magnifizenz, des Herrn Prof. Dr.-Ing. Slattenschek, der TH Wien, zum vorläufigen Abschluß gebracht und einen zusammenfassenden Bericht dem Österreichischen Normenausschuß übergeben. Mit diesem Bericht wurden dem Normenausschuß die Versuchsergebnisse zur Verfügung gestellt und als Resultat bekanntgegeben, daß der St 55 S im Schwellbereich um 15 bis 20 Prozent höhere Dauerfestigkeiten zeigte als der St 52 T. Versuche im Wechselbereich wurden nicht durchgeführt, doch liegt mit Rücksicht auf das Verhalten im Schwellbereich kein Grund zur Annahme vor, daß die Dauerfestigkeiten im Wechselbereich niedriger liegen sollten als die des St 52 T. Es konnte daher empfohlen werden, den St 55 S in den Berechnungsvorschriften zumindest nicht schlechter zu stellen als den St 52 T. Gegebenenfalls wäre sogar eine Besserstellung zu erwägen.

b) Arbeitsausschuß für Stahlbauschweißung

Das Hauptziel dieses Ausschusses, der unter der Leitung von Herrn Dr.-Ing. Seltenhammer steht, ist bekanntlich die Überprüfung der Einstufung des österreichischen Stahles St 44 T in die Berechnungsvorschriften. Die im vorjährigen Bericht erwähnten vergleichenden Dauerfestigkeitsversuche mit St 37 T, St 44 T und St 52 T wurden mit stumpfgeschweißten Probestäben durchgeführt. Hiebei ergaben sich ziemlich stark streuende Werte (Versuchsbericht V 22923 vom 4. VIII. 1960 der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt an der Technischen Hochschule Wien). Daraus läßt sich die Notwendigkeit von Großzahlversuchen ableiten, um Häufigkeitskurven feststellen zu können.

c) Arbeitsausschuß für hochfeste vorgespannte Schrauben (HV-Verbindungen) im Stahlbau

Dieser Ausschuß unter der Leitung Sr. Magnifizenz, des Herrn Prof. Dr.-Ing. Beer, TH Graz, steht im engsten Kontakt mit der Kommission X der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände, so daß eine möglichst einheitliche Fassung der Richtlinien für HV-Verbindungen in ganz Europa gewährleistet ist. Der Ausschuß beschäftigte sich unter anderem eingehend mit der „one-turn-Methode" beim Anziehen der Schrauben. Das im letzten Bericht genannte Programm für Lastwechselversuche wurde bedeutend erweitert. Die Versuche werden mit 2 und 6 mm Lochspiel durchgeführt und stehen derzeit vor dem Abschluß. Es wurde darüber der Kommission X der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände und auf dem Stockholmer Kongreß der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau berichtet, wo die Versuche größtes Interesse fanden.

Inzwischen sind in Österreich zahlreiche Bauwerke (Hochbauten, Brücken, Seilbahnstützen usw.) unter Zugrundelegung der vom Arbeitsausschuß aufgestellten Richtlinien für Anwendung und Berechnung der HV-Verbindungen entstanden und haben sich bestens bewährt.

d) Arbeitsausschuß für Feuerschutz

Dieser Ausschuß ist im Fachnormenausschuß „Brandschutzwesen" des Österreichischen Normenausschusses vertreten. Der 3. Entwurf der Önorm B 3800 „Widerstandsfähigkeit von Baumaterialien und Bauteilen gegen Feuer oder Wärme" wurde dem Stahlbauverband zur Durchsicht übergeben. In der inzwischen abgegebenen Stellungnahme wurden wesentliche Vorschläge für die baulichen Schutzmaßnahmen der Stahlkonstruktionen gemacht.

Um die für die Zukunft vorgesehene Differenzierung des Brandschutzes entsprechend der den Umständen nach verschiedenen Brandgefahr und Brandmöglichkeiten vorzubereiten, wurde die Brandbelastung, das heißt, die Sume des brennbaren Materials, umgerechnet in Holz, für eine große Anzahl verschiedener Gebäudetypen (Wohnhäuser, Bürogebäude, Werkstätten, Lagerhäuser, Verkaufslokale, Gaststätten usw.) ermittelt und übersichtlich zusammengestellt.

e) Arbeitsausschuß für Stahlleichtbau und Stahlrohrbau

Dieser Ausschuß steht unter der Leitung von Herrn Ministerialrat Dr.-Ing. Zimmel und nahm seine Tätigkeit im Herbst 1960 auf. Derzeit sind Untersuchungen über die Abgrenzung des Begriffes „Stahlleichtbau" im Gange, um den Geltungsbereich der aufzustellenden Richtlinien genau festlegen zu können. Gleichzeitig wird nach dem Studium ausländischer Normen und Vorschriften ein erster Entwurf, den Herr Dr.-Ing. Krapfenbauer freundlicherweise aufgestellt hat, diskutiert.

f) Arbeitsausschuß für Stahlrohrgerüste

Dieser unter dem Vorsitz von Herrn Dr.-Ing. Krapfenbauer stehende Ausschuß hat den 4. Entwurf für eine österreichische Stahlrohrgerüstordnung fertiggestellt. Dieser Entwurf wurde dem Fachnormenausschuß „Stahlbau" des Österreichischen Normenausschusses als Diskussionsgrundlage für die Herausgabe einer Norm überreicht.

Zur Klärung der Windangriffskräfte wurden im Windkanal des Institutes für Strömungslehre der Technischen Hochschule in Wien Widerstandsmessungen an Rohren und Gerüstteilen im Auftrage des Stahlbauverbandes durchgeführt. Zur Diskussion und Auswertung des bereits vorliegenden Versuchsberichtes wurde ein Unterausschuß unter der Leitung von Herrn Dozent Dr. Bruniak konstituiert, der seine Arbeit bereits aufgenommen hat. Das bereits durchgeführte Versuchsprogramm, das den Windwiderstand mehrerer hintereinander oder nebeneinander liegender Rohre sowie den Widerstand von Kupplungen und Rohrgittern zu klären hatte, wurde für schräge Windrichtungen erweitert.

Folgende Arbeitsausschüsse sind zusätzlich in Aussicht genommen:

Über Anregung des Fachnormenausschusses „Stahlbau":
Ausarbeitung einer Diskussionsgrundlage für die ÖNORM B 4600, 7. Teil, Ausführung der Stahltragwerke,

und über Anregung behördlicher Auftraggeber:
Einheitliche Ausschreibungsunterlagen für stählerne Straßenbrücken.

Der Österreichische Stahlbauverband möchte auch an dieser Stelle allen beteiligten Herren für ihre fruchtbare und erfolgreiche Arbeit in den einzelnen Technischen Fachausschüssen seinen besten Dank sagen.

2. Beratungsstelle für Stahlverwendung

Die Werbung für die Anwendung von Stahl im weitesten Sinne erfolgt durch ständige Fühlungnahme mit den verschiedensten Stellen und Persönlichkeiten. Es sind dies vor allem die Hochschulen, gewerblichen Fachschulen, die Lehrwerkstätten, Baubehörden, Wirtschafts- und Landwirtschaftskammern, Architekten, Zivilingenieure usw. In regelmäßigen Rundschreiben und Aussendungen sowie in Fachzeitschriften wird auf Publikationen und Informationsblätter, Lichtbildervorträge usw., die der Stahlverwendung und der Erschließung neuer Anwendungsgebiete dienen, aufmerksam gemacht. Die Nachfrage nach all diesen Behelfen und Schriften ist außerordentlich lebhaft; das ganze Material erhalten wir kostenlos von der Beratungsstelle für Stahlverwendung in Düsseldorf, die alle diese Schriften, Monographien, Berichte usw., ohne die einzelnen Erzeugungsfirmen zu nennen, herausbringt, und welcher für die großzügige Unterstützung unserer Bestrebungen auf dem Gebiet der Stahlbaupropaganda aufrichtiger Dank gebührt.

Auf Grund des erwiesenen großen Interesses an diesen Schriften, Merkblättern, Berichten, Lichtbildervorträgen usw. ist es zweifellos, daß die daraus gewonnenen Anregungen und Erkenntnisse in der Entwicklung der Stahlverwendung und Stahlverarbeitung auch praktische Ergebnisse im Sinne einer Förderung des Stahlverbrauches bei Gegenständen des Haushaltes, der Landwirtschaft, bei Verwendung von Bauelementen aus Stahl, im Straßenverkehr durch Schaffung von Sicherheitsvorkehrungen, bei der Errichtung von kleineren Bauten, wie Wartehäuschen, Tankstellen, Telefonzellen usw. gezeitigt haben.

Im Berichtsjahr wurden 4600 Merkblätter über sachgemäße Stahlverwendung angefordert und ausgegeben, ferner 40 Lichtbildervorträge und 80 Exemplare sonstiger Schriften und Lehrbehelfe. Unter den 178 Themen, die derzeit in den Merkblättern über sachgemäße Stahlverwendung behandelt sind, waren jene Themen, die mit dem Bauwesen zusammenhängen, besonders gefragt; das waren insbesondere:

Stahltüren im Wohnungsbau
Stahlrohr-Lehrgerüste im Bauwesen
Stahlfenster
Neuere Hallen in Stahlkonstruktion
Treppen aus Stahl
Fördergerüste aus Stahl
Einführung in die Berechnung einfacher Verbundträger für den Hochbau

Daraus ist zu ersehen, nach welcher Richtung das Interesse in der Verwendung von Stahl besonders stark tendiert.

3. ACIER STAHL STEEL

Ein weiteres Mittel der Propaganda ist die Zusammenarbeit mit der Internationalen Fachzeitschrift für Stahlverwendung ACIER STAHL STEEL, die monatlich in 16.000 Exemplaren in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch und fallweise auch Spanisch herausgebracht wird.

Im Berichtsjahr sind nachstehende österreichische Beiträge in ACIER STAHL STEEL erschienen:

Europa-Brücke von J. GRUBER
Wirtschaftliche Montage-Wärmebehandlung geschweißter Konstruktionen von K. OBERNDORFER
Autobahnbrücke über die Traisen (Österreich) von O. SCHMIDT
Stahlbrücken über den Tigris in Bagdad (Irak)
Österreich besitzt die modernste Baggergarnitur auf der Donau
Hauptversammlung des Österreichischen Stahlbauverbandes
Stahlbauseminar in Österreich
Hängebrücke über den Tigris in Bagdad
Alpine baut Bürohaus für die Maschinenfabrik Zeltweg
Neues Opernhaus in Warschau
Stahlhochgarage auf der Großgrockner-Hochalpenstraße
VÖEST, Linz, baut für ein amerikanisches Großkraftwerk
Schoeller-Bleckmann liefert Tiefbohrgeräte nach Argentinien
Schoeller-Bleckmann – Verbindungen zur brasilianischen Erdölindustrie
Japanische Stahlfachleute besichtigen die Stranggußanlage bei Schoeller-Bleckmann
Dreischiffige Fabrikshalle der Österreichischen Brown-Boveri-Werke AG. in Wiener Neudorf
Seilhängedach in Stahlkonstruktion mit Oberlichten im Empfangsgebäude des Flughafens Wien-Schwechat
LD-Stahl in aller Welt
LD-Verfahren auch für England
O. Prof. Dr. techn. Dr.-Ing. E. h. Ernst CHWALLA †

Durch die Mitarbeit in dieser Zeitschrift ist unseren Mitgliedsfirmen die Möglichkeit einer besonders wirkungsvollen Propaganda für den Export gegeben.

4. Stahlbau-Rundschau

Im Berichtsjahr sind 2 Hefte unserer eigenen Publikation erschienen, und zwar Sonderheft „Stahlbautagung Wien 1959" und Heft 18/1960, in denen nachstehende Beiträge enthalten sind:

Bohr- und Fördertürme bzw. -Maste in Erdölbetrieben (PRIKEL)
Die Mineralölverarbeitung in Österreich – jetzt und in der Zukunft (ORLICEK)
Über die Entwicklung des Stahlverbrauches in Ölraffinerien (MOLLESON)
Das österreichische Erdgas (HIRSCH)
Neuere Rohrleitungsbrücken in Stahlkonstruktion (BEER)
Einfluß des modernen Stahlbaues auf die Konstruktion von Großkesselanlagen (RASWORSCHEGG)
Behälter aus Stahl (HIEMESCH)
Werkstoff Stahl in der Kohlenaufbereitung (SERNETZ)
Werkstoff Stahl im Kohlenbergbau Österreichs (GUMBSCH)
Eine moderne portallose Schiebebühne (SIEGMUND)
Stahlkonstruktionen von Kesselanlagen (WAKONIG)
Lagertanks mit Schwimmdach (FEDER)
Stahlhochgarage auf der Großglockner-Hochalpenstraße (DEUTSCHMANN)
Österreichs größter Kalkschachtofen (SCHREINER)
Studie zur Festlegung einer Kurve der zulässigen Knickspannungen (BEER)

Die nicht periodisch erscheinenden Hefte werden nunmehr laufend numeriert.

5. Auslandsverbindungen

Die Pflege internationaler Beziehungen durch Zusammenarbeit und Gedankenaustausch mit den Europäischen Stahlbauverbänden und Stahlberatungsstellen sowie durch Mitarbeit in verschiedenen technischen Ausschüssen der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände konnte im Berichtsjahr weiter vertieft werden. Nachstehend wird über den Stand der Arbeiten in jenen Arbeitskommissionen der Europäischen Konvention der Stahlbauverbände berichtet, in denen Österreich vertreten ist:

Kommission 3, Feuerschutz: Als Ergebnis der bisherigen Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Ländern in dieser Kommission ist die Fertigstellung einer gemeinsam von Deutschland und der Schweiz verfaßten Abhandlung über die „Berechnung der Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen im Hochbau und ihre praktische Durchführung" zu betrachten. Diese Arbeit wird in den Sprachen Französisch, Deutsch und Englisch publiziert und steht unmittelbar vor der Auslieferung. Die in den beteiligten Ländern, insbesondere in Deutschland und in der Schweiz durchgeführten Brandversuche haben zu äußerst interessanten Ergebnissen geführt, die vor allem in den Veröffentlichungen „Der Feuerschutz im Stahlhochbau" von Boué und „Feuersicherheit der Stahlkonstruktion" von Kollbrunner ihren Niederschlag gefunden haben.

Alle diese Arbeiten und Ergebnisse führen praktisch zu der Schlußfolgerung, daß Stahlbauten in der überwiegenden Zahl der Fälle keinen besonderen Feuerschutz benötigen, das heißt also, daß die von den Baupolizeibehörden nach den derzeitigen Vorschriften geforderten Schutzmaßnahmen weit über das tatsächlich Notwendige hinausgehen. Es sind daher auch in allen beteiligten Ländern – und auch bei uns – Bemühungen im Gange, bei den zuständigen Behörden eine entsprechende Aufgeschlossenheit gegenüber den auf dem Gebiet des Feuerschutzes auf Grund von Versuchen und Forschungsarbeiten gewonnenen neuesten Erkenntnissen zu erreichen, mit der Absicht, diese in internationaler Zusammenarbeit erzielten Ergebnisse länderweise in den bestehenden Feuerschutzvorschriften zu realisieren.

Kommission 8, Stabilitätsprobleme: Diese Kommission, in der Österreich durch Herrn Prof. Dr.-Ing. BEER den Vorsitz hat, hat eine sehr intensive und grundlegende Untersuchung über die allgemeinen Berechnungsmethoden der Stabilitätsfälle durchgeführt. Zwei Methoden wurden als besonders beachtenswert näher untersucht:

a) die Methode „C" (nach Prof. Chwalla †), die auf der reinen Gleichgewichtsverzweigung am fehlerlosen Stab aufbaut, zwingt im allgemeinen zur Rechnung mit Ersatzlasten. Durch Lösung des reinen Stabilitätsproblems erhält man die kleinste kritische Last und die Form der zugeordneten Knickfigur. Bei Extrapolation der Knickfigur und unter Annahme, daß im ungünstigsten Querschnitt die Proportionalitätsgrenze gerade erreicht wird, können mit dieser Methode auch die Verformungen bestimmt werden. Die unvermeidlichen Abweichungen vom Idealzustand müssen bei dieser Methode im Sicherheitsfaktor berücksichtigt werden.

b) Die von J. Dutheil stammende Methode „D", welche mit spannungsabhängigen Imperfektionen arbeitet, erlaubt die Bestimmung der maximalen Spannungen und Verformungen des Systems unter gegebener Belastung, also eine vollständige Lösung des Problems.

Die „Vereinfachte Methode D" behandelt die Stabilitätsprobleme genau wie die Methode „C", aber mit einem von der Spannung abhängigen fiktiven E-Modul.

Der Vorteil der Methode „D" ist ihre auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeitstheorie aufgebauten Auffassung der Sicherheit.

Ehe eine grundsätzliche Entscheidung erfolgt, hat die Kommission es für richtig erkannt, die Untersuchung des Standardfalles für einfaches Knicken voranzutreiben. Es ist bereits ein großes Versuchsprogramm in Durchführung, wobei Deutschland die Hauptarbeit leistet.

Kommission 10, Hochfeste Schrauben: Diese Kommission ist mit der Erstellung Europäischer Empfehlungen für die Anwendung hochfester Schrauben befaßt. Als Grundlage für diese internationale Norm dient ein von Prof. BEER ausgearbeiteter Entwurf. Mit der Herausgabe dieser internationalen Richtlinien, die sich in vielen grundsätzlichen Fragen an die bekannten, von einem Arbeitsausschuß des Österreichischen Stahlbauverbandes aufgestellten Österreichischen Richtlinien halten, ist in Kürze zu rechnen. Die auf diesem Gebiet erforderlichen Forschungsarbeiten konnten zwischen den beteiligten Ländern koordiniert werden; derzeit sind folgende Versuche im Gange, an denen auch Österreich, und zwar die Versuchsanstalt der VÖEST, beteiligt ist:

Kontrolle der Festigkeit der Verbindungen
Durchbildung von Rahmenecken (Beanspruchung der HV-Schrauben zugleich auf Abscheren und Zug),
Untersuchungen der zulässigen Spannungen bzw. Lasten und der Möglichkeiten zur Verringerung der Streuung,
Erhöhung des zulässigen Lochleibungsdruckes,
Untersuchung der Verfahren zum Anziehen der Schrauben,
Kombination von HV-Schrauben und Schweiß- bzw. Klebeverbindungen,
Verhalten der HV-Schrauben bei höheren Temperaturen (Feuer).

6. Mitteilungen des Österreichischen Stahlbauverbandes:

Hier wird auf den Vorjahresbericht verwiesen.

7. Seminare

Der Österreichische Stahlbauverband hat in der Zeit vom 14. bis 19. November 1960 in Krieglach unter der Patronanz des Bundesministeriums für Unterricht das zweite Stahlbauseminar für Lehrkräfte der Höheren Gewerbeschulen abgehalten. Es nahmen 25 Professoren aus ganz Österreich teil. Auf dem Seminar wurden folgende Referate gehalten und diskutiert:

Direktor Dr. mont. A. LEGAT: „Entwicklung der Großbaustähle"
Dipl.-Ing. S. MONSBERGER: „Transportrationalisierung im Betrieb"
Oberbaurat Dr.-Ing. W. SCHMID: „Eisenbahnbrückenbau"
Obering. Dr.-Ing. F. CICHOCKI: „Straßenbrückenbau"
Obering. Dr.-Ing. R. HECKEL: „Stahlwasserbau"
Ziviling. Dr.-Ing. R. KRAPFENBAUER: „Moderne Stahlhochbauten in Europa" und „Erkenntnisse aus Stahlbauseminar 1958"
Dipl.-Ing. G. SIEGMUND: „Kranbau"
Obering. Dipl.-Ing. H. WEISS: „Vorschriften und Normen für den Stahlbau" und „Bedeutung der Baustatik als Grundlage für die Praxis".

Der Erfahrungsaustausch zwischen Industrie und Schule hat sich als sehr nützlich erwiesen. Eine Fülle von Anregungen und neuen Erkenntnissen konnte so den Lehrern und indirekt auch dem technischen Nachwuchs vermittelt werden und der notwendige Kontakt zwischen Theorie und Praxis wurde auf diese Weise hergestellt. Es ist zu erwarten, daß derartige Schulungen, die weiter fortgesetzt und ausgebaut werden, die Aufgeschlossenheit und das Interesse an allen Fragen des Stahlbaues in den technischen Fachschulen intensivieren.

8. Der Mitgliederstand

hat sich gegenüber dem Vorjahr um ein ordentliches Mitglied, die Firma Dr. Ernst FEHRER, Spezialmaschinenfabrik in Linz, erhöht und umfaßt

3 Gründende Mitglieder,
2 Stamm-Mitglieder und
41 Ordentliche Mitglieder.

9. Für die nächste Zeit ergeben sich neben den laufenden Arbeiten folgende Sonderaufgaben:

Der Österreichische Stahlbauverband hält seine 4. Stahlbautagung in der Zeit vom 28. September bis 1. Oktober 1961 in Innsbruck ab. Die Tagung steht unter dem Motto „Der Stahlbau im Dienste des Verkehrs" und wird nachstehende Vorträge umfassen:

Prof. Dr.-Ing. E. CZITARY: „Entwicklungstendenzen im Seilbahnbau"
Prof. Dr.-Ing. J. BILLICH: „Der Werkstoff Stahl und die Aufgaben der Nahförderung"
Zentralinspektor Dipl.-Ing. W. CZUBA: „Die Eisenbahnen als Stahlverbraucher, unter besonderer Berücksichtigung des Oberbaues"
Direktionsrat Dipl.-Ing. W. TSCHEPPER: „Brückenbauten der Österreichischen Bundesbahnen"
Oberbaurat Dipl.-Ing. J. GRUBER: „Stählerne Straßenbrücken in Tirol".

Im Mittelpunkt des Exkursionsprogrammes steht eine Besichtigung der Baustelle der Brenner-Autobahn und der Europa-Brücke.

Inhaltsübersicht

der in der Internationalen Zeitschrift für Stahlverwendung ACIER STAHL STEEL in den Jahrgängen 1956–1960 erschienenen österreichischen Beiträge *)

F. Hugeneck
Die Instandsetzung der Reichsbrücke in Wien Jänner 1956/1

A. Battig
Die Murbrücke bei Frohnleiten Februar 1956/49

Dipl.-Ing. Leo Fröhlich
Maste aus Stahl bei Übertragungsleitungen September 1956/347

Vöest, Ein vierter Hochofen wurde angeblasen September 1956/387

Fr. Masanz
Die Wiener Stadthalle Juni 1957/277

*) Die Reihenfolge der aufgezählten Beiträge ist jahrgangsweise geordnet. Die Beiträge ohne Angabe eines Autors sind im Abschnitt „Chronik" enthalten.

Stahlbautagung des Österreichischen Stahlbauvereines Juni 1957/297

Ständige Baustoffausstellung in Wien September 1957/399
Österreichische Stahlbautagung 1957 Oktober 1957/443
Der Stahlbau in Österreich Februar 1958/90
Rohstahlproduktion der Vöest, Erweiterungsprogramm der Alpine Montangesellschaft Februar 1958/93
Österreichischer Pavillon Weltausstellung Brüssel (Umschlagbild) März 1958

H. Schön und Fr. Masanz
Der österreichische Pavillon auf der Brüsseler Weltausstellung März 1958/101

H. Schön und Fr. Masanz
Der Pavillon Europa auf der Brüsseler Weltausstellung März 1958/104

Große Stütze zur Seilbahn Ebmatten April 1958/196

Österreichische Stahlbautagung Mai 1958/244

Jahresversammlung des Internationalen Institutes für Schweißtechnik September 1958/407

Th. Müller
Die Stahlkonstruktion für das neue LD-Stahlwerk der Vöest in Linz Oktober 1958/421

H. Weiss
Der schlanke, biegesteife Zugstab Oktober 1958/429

Ing. Schertler und Ing. Futschek
Entstaubungsanlage für das LD-Stahlwerk der Hütte Donawitz Oktober 1958/435

Die österreichische Edelstahlindustrie Oktober 1958/461

XIX. Internationaler Kongreß der Stahlberatungsstellen 1. bis 4. Juni 1959 in Wien Dezember 1958/556

Stahlbautagung 1959 in Wien März 1959/149

„Linzertor" der Vöest (Umschlagbild) Mai 1959

E. Wachberger und H. Schön
Die neue Schiffsstation in Linz Mai 1959/218

Gerüstwechselkran 200 t im Walzwerk Vöest Linz (Umschlagbild) Oktober 1959

XIX. Internationaler Kongreß der Beratungsstellen für Stahlverwendung in Wien Oktober 1959/411

R. Büttner und H. Hauttmann
Praktische Erfahrungen mit LD-Stahl beim Bau des Schiffes „Linzertor" Oktober 1959/413

P. Götz
Stahl im Hafenausbau Oktober 1959/422

Österreichische Stahlbautagung Oktober 1959/453

Die Blechproduktion der Vöest November 1959/501

R. Heckel
Technische und wirtschaftliche Betrachtungen über das Bauen mit Stahl Dezember 1959/525

Inbetriebnahme des LD-Stahlwerkes II und der Grobblechstrecke der Vöest Dezember 1959/547

J. Gruber
Europa-Brücke Jänner 1960/17

Schoeller-Bleckmann liefert Tiefbohrgeräte nach Argentinien März 1960/147

O. Schmidt
Die Autobahnbrücke über die Traisen April 1960/178

Hauptversammlung des Österreichischen Stahlbauverbandes April 1960/194

LD-Verfahren auch für England April 1960/195

Dreischiffige Fabrikshalle der Österreichischen Brown Boveri Werke AG, Wr. Neudorf (Umschlagbild) Mai 1960

K. Oberndorfer
Wirtschaftliche Montage-Wärmebehandlung geschweißter Konstruktionen Mai 1960/221

Schoeller-Bleckmann – Verbindungen zur brasilianischen Erdölindustrie Mai 1960/244

LD-Stahl in aller Welt Juni 1960/298

Österreichische Exporterfolge Juni 1960/298
Die Vöest, Linz/Donau, baut für ein amerikanisches Großkraftwerk Juli/August 1960/360

Nachruf Prof. Chwalla Juli/August 1960/360

Japanische Stahlfachleute besichtigen die Stranggußanlage bei Schoeller-Bleckmann September 1960/411

Seilhängedach in Stahlkonstruktion mit Oberlichten im Empfangsgebäude des Flughafens Wien-Schwechat in Montage (Waagner -Biró) (Umschlagbild) Oktober 1960

Österreich besitzt die modernste Bagger-Garnitur auf der Donau Oktober 1960/445

Stahlhochgarage auf der Großglockner-Hochalpenstraße Dezember 1960/566

Alpine baut Bürohaus für die Maschinenfabrik Zeltweg Dezember 1960/567

Stahlbauseminar in Österreich Dezember 1960/568

ALPINE

WALZT DIE NEUEN

EUROPÄISCHEN

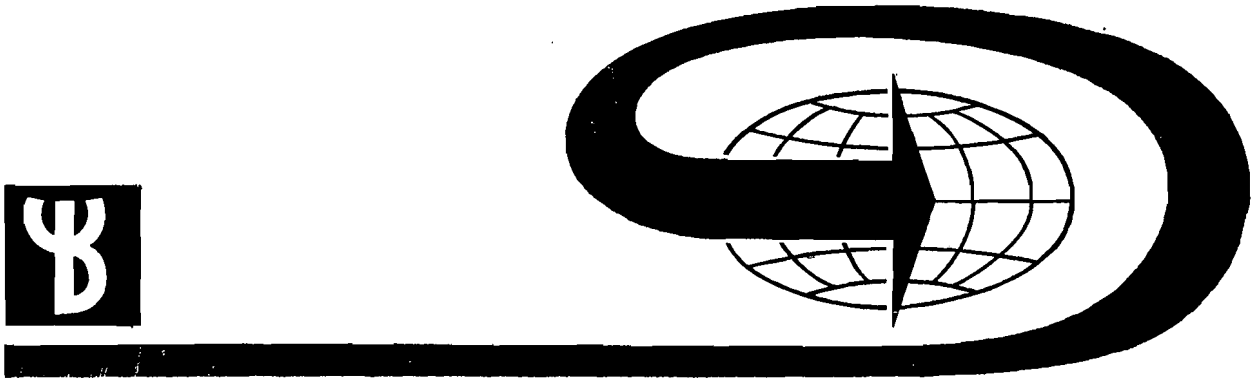
LEICHTPROFILTRÄGER

DER CECA-REIHE GT 18/36 b

PROFIL EUROPA

BEI GLEICHEN
MECHANISCHEN WERTEN
DER NORMAL-
PROFILTRÄGER
WESENTLICHE
VERMINDERUNG DES
LAUFMETER- UND
KONSTRUKTIONS-
GEWICHTES

OESTERREICHISCH-ALPINE
MONTANGESELLSCHAFT
WIEN I, FRIEDRICHSTRASSE 4



Wir liefern

66%

unserer Produktion
nach 41 Staaten

- Stahlbrücken
- Stahlhochbauten
- Stahlwasserbauten
- Krane und Maschinen
- Theaterbauten
- Seilbahnen und Schrägaufzüge
- Dampfkessel
- Apparate und Behälter
- Rohrleitungen
- Entstaubungs- und Entaschungsanlagen
- Ventilatoren
- Abhitzekessel nach LD-Konvertern
- Stahlguß

WAAGNER-BIRÓ

WIEN Aktiengesellschaft GRAZ

Zentrale: Wien V, Margaretenstraße 70

WIENER BRÜCKENBAU
UND
EISENKONSTRUKTIONS-AKTIENGESELLSCHAFT

Zentralbüro: Wien X, Hardtmuthgasse 131—134

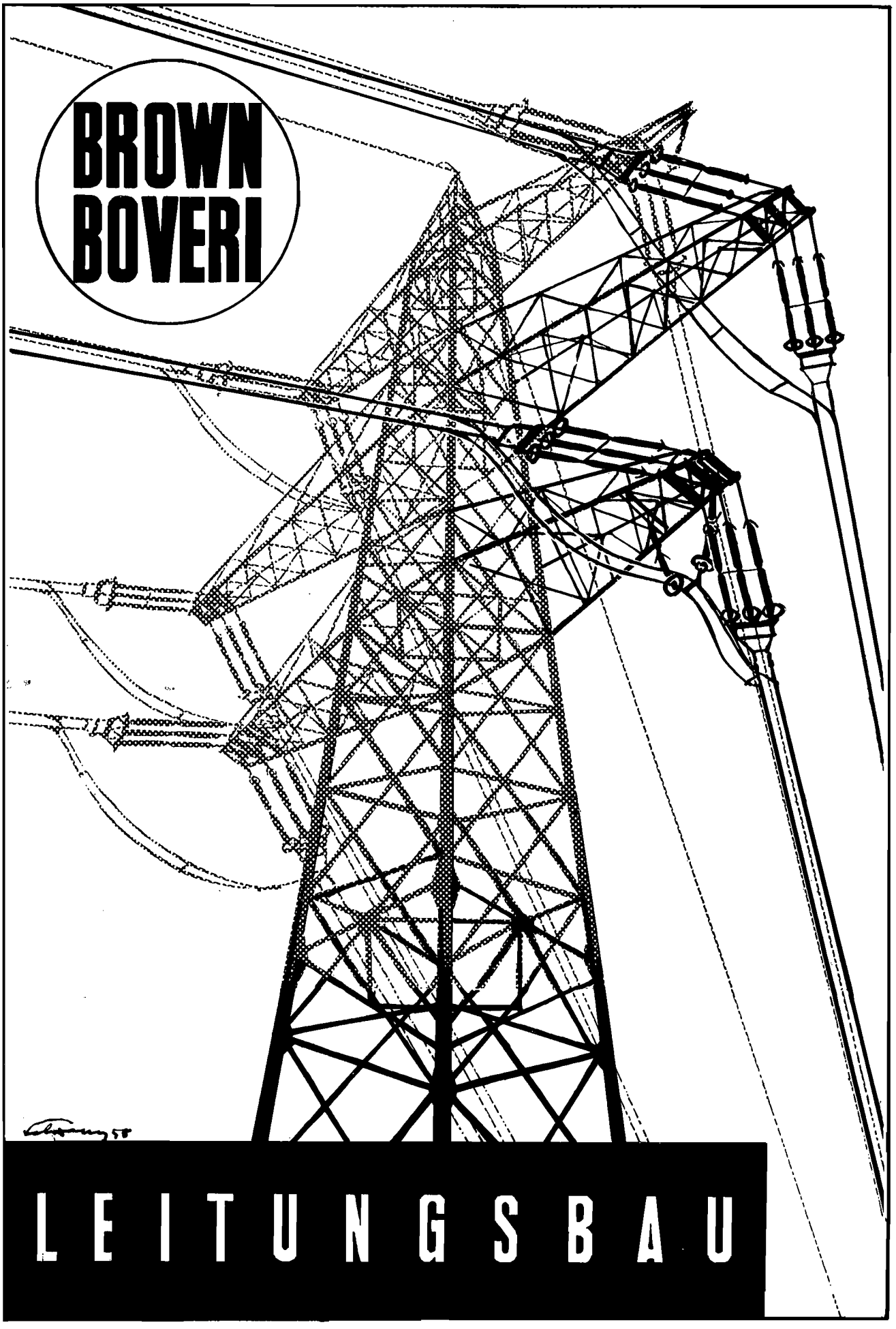
Telefon: 64 36 86, Fernschreiber: 01-1785
Telegramm-Adresse: Brückenbau Wien

Drei Werke in Wien

Erzeugungsprogramm: Brückenbau, Stahlhochbau, Bohrtürme, Leitungsmaste, Rohrleitungen, Kranbau, Förderbänder, Theaterbühneneinrichtungen, Spezialfahrzeuge und zwar Müllwagen, Zementtransportwagen, Schlammsaugewagen

Erzverladebrücke, Tragkraft 25 t, mit Greiferbetrieb

SBS
Nahtlose Stahlrohre
SCHOELLER-BLECKMANN
STAHLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT
ROHRVERKAUF: Wien I, Tuchlauben 13, Tel.: 63 06 91, FS.: 1765


BROWN
BOVERI
LEITUNGSBAU

me

KOMPRESSOREN

EINE ANERKENNUNG VON VIELEN

Unser Kunde STAHLBAU G. m. b. H. DILLINGEN schreibt uns:

Betreff
Referenzschreiben über vorhandene Kompressorenanlagen

Nachstehend teilen wir Ihnen auf Wunsch unsere Erfahrungen über folgende 2 Kompressorenanlagen, die wir von Ihnen bezogen haben, mit:

1) Kompressor — Flottmann — Type ME 130 LDC-148/07 mit Elektromotor 380 Volt — 7 Atü Druck 13,1 3/pro Minute.
Die Anlage wurde am 17. 1. 59 von Ihnen geliefert und ist seit diesem Tag in Betrieb. Dieselbe wird von 8 kompl. Nietkolonnen beansprucht und läuft täglich durchschnittlich 12 Stunden.
Der Kompressor ist fundamentlos auf einem Kombinationsrahmen aufgestellt, welcher trotzdem standfest ist und sich bestens bewährt hat. Die fundamentlose Aufstellung ist für uns sehr günstig und sehr wirtschaftlich, weil wir damit unsere verschiedenen Baustellen schnell bedienen können.
Besonders wirkt sich der geräuscharme Lauf der Anlage auf den Baustellen aus, weil doch meistens in der Nähe die Baubuden mit Büros usw. stehen und so Telefongespräche und Unterhaltungen ohne Störung durchgeführt werden können.
Was die von Ihnen gemachten Angaben in Bezug auf Leistung und Kraftbedarf sowie auf die Vorzüge der automatischen Steuerung betreffen, so können wir nur bescheinigen, daß diese stimmen und als wirtschaftlich zu bezeichnen sind.
Die Anlage arbeitet so einwandfrei, daß bis heute noch keine Reparaturen erforderlich waren.

2) Kompressoranlage Flottair 20 D (fahrbar) Nr. 2/557.
Die Anlage wurde am 26. 1. 60 von Ihnen geliefert und ist seit diesem Tage ebenfalls auf einer Baustelle eingesetzt.
Dieselbe läuft täglich durchschnittlich 10 Stunden und wird von einer kompl. Nietkolonne und 2 Verschraubmaschinen beansprucht.
Von dieser Anlage können wir bis heute ebenfalls nur die unter 1) erwähnten guten Eigenschaften nennen und bescheinigen, daß wir restlos zufrieden sind.

Wir hoffen, Ihnen mit unseren Angaben gedient zu haben und grüßen

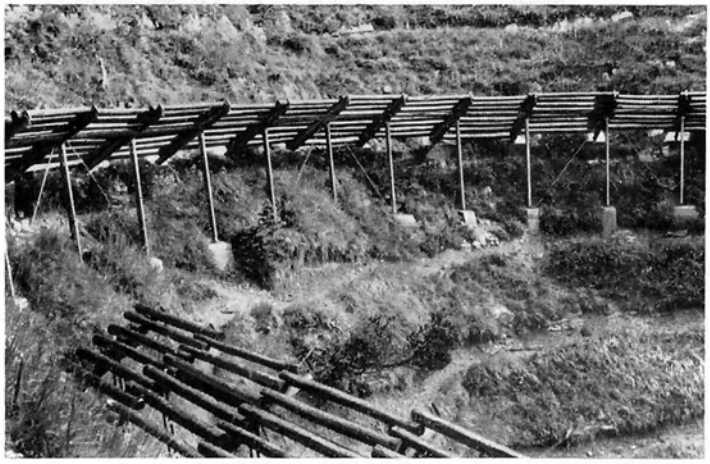
hochachtungsvoll
STAHLBAU G. m. b. H. DILLINGEN
Abt.: Montage

Flottmann

Gesellschaft m.b.H.

Wien XIX, Grinzinger Straße 117
Tel. 36 34 99

Salzburg-Gnigl, Finkenstraße 7
Tel. 74 315



SPRITZVERZINKUNGEN

Metallisierwerk
Salzburg

Salzburg, Karolingerstraße 7
Tel. 57 05

Lawinenschutzbauten im Montafon

B B B

Feuerverzinkungen

Brunner Verzinkerei
Brüder Bablik

WIEN XVIII,
SCHOPENHAUERSTRASSE 36

Telefon: 33 46 36 Serie
Fernschreiber: 1791
Tel.-Adresse: Zingagefer

HANS RENDL

STAHL-
MASCHINEN-
KESSELBAU

SALZBURG
SIEZENHEIMERSTRASSE
Telefon 46 33 Serie
Fernschreiber 06/426

Rudolf Haufe Verlag
Freiburg-Breisgau

Grundfragen und Technik der Betriebsabrechnung

von Prof. Dr. Ing. Funke, Prof. Dr. Mellerowicz, Dr. Abromeit, Berlin.

Zweite, wesentlich verbesserte und erweiterte Ausgabe. 84 Seiten, Text DIN A 4; 35 Zahlentafeln im DIN A 3- und DIN A 4-Format, holzfreies Papier. Ganzleinen DM 19,80.

Die Betriebswirtschaft im Maschinenbau und in verwandten Industrien

von Dr. Ing. Hermann Funke,
Hon.-Prof. an der Techn. Universität Berlin-Charlottenburg.

Dritte Auflage, unveränderter Nachdruck der zweiten, gänzlich neugestalteten stark erweiterten Auflage, 235 Seiten DIN A 4, mit 94 Abbildungen und vielen Tabellen im Text und 74 Abbildungen und Rechenbeispielen in der Mappe. Ganzleinen DM 39,–.

Angewandte Betriebsanalyse

von Dkf. Prof. Dr. B. Hartmann

Angesichts der hier nur oberflächlich umrissenen Vielschichtigkeit betrieblicher Probleme wird es deutlich, daß die buchhalterische Rechnung in ihrer Eigenart, zahlenmäßig faßbare „Symptome" aufzuweisen, für Kontrolle und Führung der Betriebe nicht ausreichend sein kann. Vielmehr kommt es darauf an, betriebswirtschaftliche „Ursachenforschung" zu treiben. 183 Seiten DIN A 5, Leinen, DM 19.50.

Betriebswirtschaftslehre der Industrie

von Prof. Dr. Konrad Mellerowicz,
Technische Universität, Berlin-Charlottenburg.

In 13 großen Abschnitten werden unter anderem behandelt: die Finanzierung der Industrie; die optimalen betrieblichen Größen; die Organisation des Industriebetriebes; Anlagen der Industrie; Einkauf und Vertrieb; Lagerhaltung; Produktion; Zeichnung und Stückliste; Arbeitsvorbereitung; der betriebliche Innentransport; der Außentransport; Innenrevision und die Steuern des Industriebetriebes. 3. Auflage, 900 Seiten, DIN C 5, holzfrei, Ganzleinen, 2 Bände DM 45,–.

Auslieferung für Österreich:

DIPL.-ING. RUDOLF BOHMANN INDUSTRIE- UND FACHVERLAG

Wien I, Canovagasse 5

Fernruf 65 86 85 Serie

PREMAG

Preßluftwerkzeug- u. Maschinenbau
PREMAG G. m. b. H.,
Geisenheim / Rhein

PRESSLUFT

-Drucknietmaschinen
-Schlagnietmaschinen
-Kleinbohrhämmer
-Einschlagniethämmer
-Mehrfach-drehschrauber
-Hochleistungs-Stichsägen
-Werkzeuge aller Art für Industrie, Berg- und Straßenbau, Baugewerbe, Gießereien usf.

Schlagschrauber mit Drehmomentkontrolle beim Anziehen von hochfesten Schrauben im Brückenbau

Alleinvertretung für Österreich:

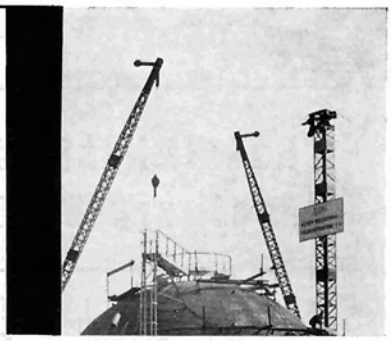
Blaschke & Vahl, Wien I,
Hegelgasse 15, Tel. 52 49 53

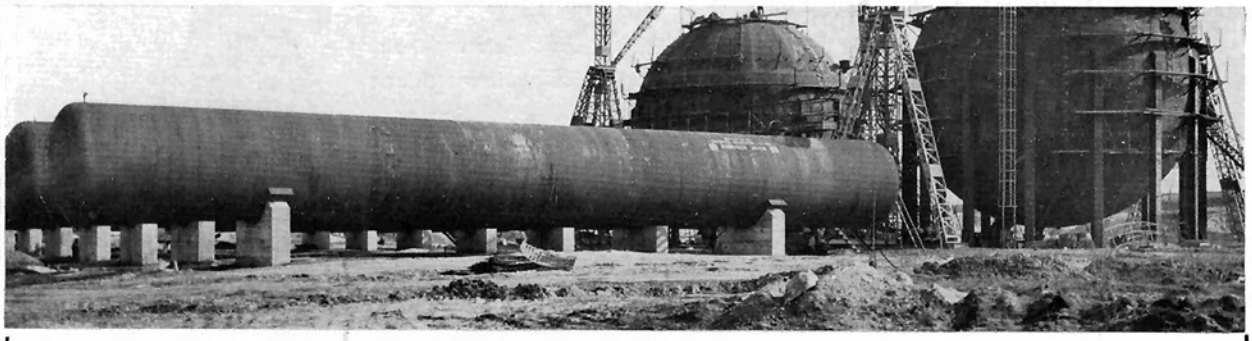
Schweißungen

im Kessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau mit

BÖHLER ✡ FOX DMO Kb

eine Mo-legierte Preßmantelelektrode des modernen kalkbasischen Typs mit Stahlpulverzusatz in der Hülle. Schweißbar mit Gleich- oder Wechselstrom in allen Positionen. Hohe Abschmelzleistung und Schweißgutausbringung.





GEBR. BÖHLER & CO. AKTIENGESELLSCHAFT

GUTES ÖSTERREICHISCHES WERKZEUG-

der verlängerte Arm des österreichischen Facharbeiters!

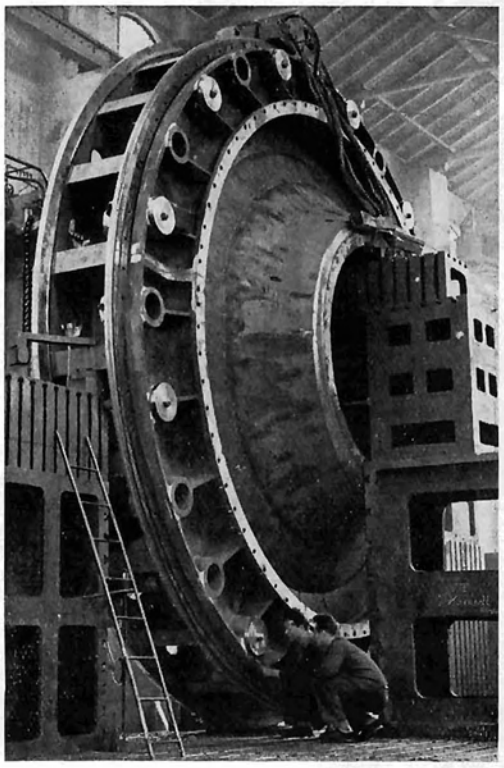
AGA-

QUALITÄTSGERÄTE

zum Schweißen - Schneiden - Löten und für alle anderen autogenen Metallbearbeitungs-Verfahren ergänzen das Können von Kopf und Hand zum erfolgsicheren Dreiklang!

VERKAUFSSTELLE FÜR WIEN: WIEN 6., LEHARGASSE 3

AGA-WERKE WIEN GES. M. B. H., Wien IV., Prinz-Eugen-Straße 72, Tel. 65 66 31



TURBINENDECKEL FÜR DAS
KRAFTWERK JURUMIRIM (BRASILIEN)
IN BEARBEITUNG

WIR KONSTRUIEREN
UND BAUEN

ANDRITZ

KAPLAN-, FRANCIS-
UND
PELTON-TURBINEN

SAMT ZUBEHÖR, GROSS-ARMATUREN, MASCHINENBAULICHE AUSRÜSTUNGEN FÜR GESAMTANLAGEN, PUMPEN, KRANE, ABSPANNGERÜSTE UND HALLEN

MASCHINENFABRIK
ANDRITZ
ACTIENGESELLSCHAFT
Graz-Andritz Austria

Stahl schafft Wohlstand

ÖSTERREICHISCHER STAHLBAUVERBAND

Wien III, Lothringerstraße 16 · Telefon 726855

SGP

UNSERE KRAN-, FÖRDER- UND TRANSPORTANLAGEN ENTSPRECHEN IMMER DEM NEUESTEN STAND DER TECHNIK

Aus unserem Erzeugungsprogramm:

Hafen-Wippdrehkräne
Maschinenhauskräne
Gerüstwechselkräne
Laufkräne
Greiferlaufkräne
Schwere Stahlwerkskräne
Dammtafelkräne
Stapel-Spezialkräne
Pratzenkräne
Spezialkräne zum Wenden von Walzbrammen
Lasthebemagnete
Muldenchargierkräne
Gießkräne
Krananlagen für Schrottplätze
Gießpfannen
Tiefofenkräne
Stripperkräne
Kokillenkräne

Weiters liefern wir:

Pfannenwagen für Stahl, Roheisen, Schlacke usw. mit und ohne Kippvorrichtung.
Verladebrücken und Förderbandanlagen für alle Industriezweige und Zwecke.
Waggonkipper, Waggon-Doppelkipper, Waggon-Rundkipper, Portalschiebebühnen usw.

SIMMERING-GRAZ-PAUKER A.G.

Wien VII, Mariahilfer Straße 32 **Telefon 93 35 35** **FS: 01 2767**

In den gut ausgerüsteten

WERTHEIM-WERKEN

in Wien X werden vielfältige Erzeugnisse aus Stahl hergestellt.
Sie sind in Konstruktion und Fabrikation modernste und beste österreichische Produkte

WERTHEIM

Personenaufzüge
und Lastenaufzüge
Rolltreppenanlagen
Bürostahlmöbel
Stahlpanzerkassen
Tresoranlagen
Bibliotheks- und Archivanlagen aus Stahl
Förderanlagen und Fördergeräte

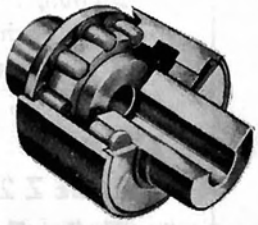
WIEN X, WIENERBERGSTRASSE 21–23

MALMEDIE *baut u. liefert:*

DREHELASTISCHE KUPPLUNGEN

- stoßmildernd
- schwingungsdämpfend
- gelenkig
- mit Bremsscheibe
- mit Überlastungsschutz
- Sonderkonstruktionen

BIBBY-KUPPLUNGEN

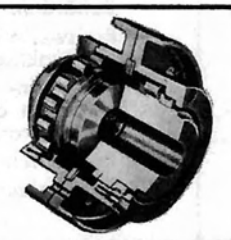


ELASTOFLEX-KUPPLUNGEN

DREHSTARRE KUPPLUNGEN

- kleine Schwungmomente
- gelenkig
- mit Bremsscheibe
- mit Überlastungsschutz
- Sonderkonstruktionen

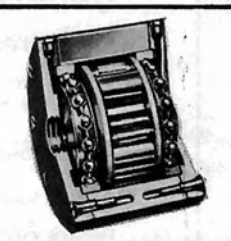
ZAHN-KUPPLUNGEN
mit balligen Zähnen



TONNEN-KUPPLUNGEN

RICHTUNGSGESCHALTETE KUPPLUNGEN

- schlupffreie Mitnahme
- hohe Verschleißfestigkeit
- kleine Baumaße
- kompl. einbaufertige Konstruktionen

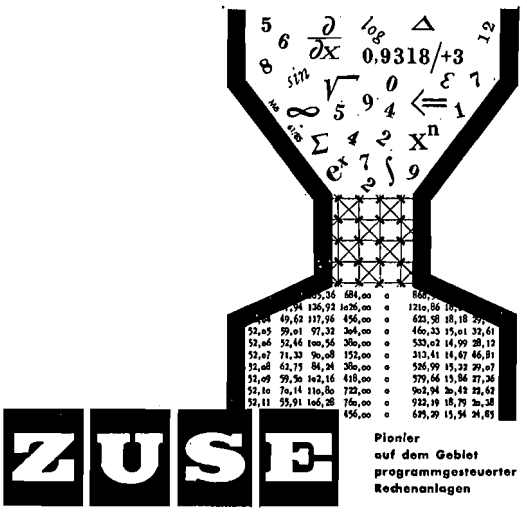


ÜBERHOLUNGS-KUPPLUNGEN

MALMEDIE & CO
MASCHINENFABRIK GMBH · DÜSSELDORF

Dr. Konrad Zuse baute 1941 die erste programmgesteuerte Rechenanlage der Welt (Z 3)

ZUSE entwickelte 1960 zwei alphanumerische Rechenanlagen in Transistor-Technik mit Ein- und Ausgabe über Lochstreifen, Lochkarten und Drucker – und einen lochstreifen- bzw. lochkartengesteuerten volltransistorischen Zeichentisch



ZUSE Z 23

Binäre Transistor-Rechenanlage mit großer Flexibilität durch analytischen Code

Geeignet für die Probleme der Forschung, Kerntechnik, Geodäsie, Optik, Bautechnik, Industrie, Behörden.

Rechenzeiten im festen Komma: 190 000 Additionen/min
4 500 Multiplikationen oder Divisionen/min

im gleitenden Komma: 5 600 Additionen/min
3 000 Multiplikationen oder Divisionen/min

Speicherzellen zur Aufnahme von je 11 Dezimalstellen (40 bit Wortlänge):
240 im Magnetkernspeicher · 8192 auf der Magnettrommel · 1 Mill. je Magnetbandeinheit

ZUSE Z 31

Dezimale Transistor-Rechenanlage nach dem Baukastenprinzip

Zur Datenverarbeitung für Banken, Sparkassen, Versicherungen, Forschung, Technik, Industrie, Handel, Behörden.

Preiswerte Grundausführung und große Anzahl kleinerer Baueinheiten erlauben Gerätekombinationen, die praktisch jedem Verwendungsgebiet angepaßt werden können.

Hohe Ein- und Ausgabegeschwindigkeit und laufende Kontrollen durch spezielle Sicherheitscode erschließen dieser alphanumerischen Rechenanlage ein weites Feld, besonders in der kaufmännischen Datenverarbeitung.

In der Minute: 140 000 Additionen und 2000 Multiplikationen.

Speicherzellen mit je 10 Dezimalstellen und Vorzeichen:

Bis zu 9 800 im Magnetkernspeicher
6 000 je Magnettrommel
750 000 je Magnetbandeinheit

ZUSE Z 64

Graphomat

Lochstreifen- bzw. lochkartengesteuerter volltransistorisierter Zeichentisch

Vollautomatische Zeichnung einzelner Punkte, beliebiger Kurven und erklärender Symbole.
Geeignet zum Beispiel für Geodäsie, Meteorologie, Straßenbau.

Setzen Sie sich mit ZUSE in Verbindung.

ZUSE hat große Erfahrung auf dem Gebiet programmgesteuerter Rechenanlagen für zahlreiche Anwendungsgebiete in Forschung, Wissenschaft, Technik und Wirtschaft.

ZUSE-Rechenanlagen werden von Kennern der Programmierungstechnik geschätzt, weil ihre sorgfältig durchdachte Struktur vielseitige Möglichkeiten bietet.

ZUSE-ELEKTRONIK, Wien I, Canovagasse 5, Tel. 65 33 88

Generalvertretung für Österreich der

ZUSE KG · BAD HERSFELD

Elektronen-Rechenanlagen